

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION ELECTRICA  
LOMAS 60/22.9 kV

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELÉCTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ**

**PROMOCIÓN  
2003 - II**

**LIMA – PERÚ**

**EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION**

**ELECTRICA**

**LOMAS 60/22.9 kV**

Dedico este trabajo  
a mis padres y hermanos  
por su apoyo incondicional  
y motivación constante

## SUMARIO

El presente trabajo realizado tiene por objetivo describir procedimientos, criterios y trabajos a realizarse durante el periodo de ingeniería en gabinete y ejecución del proyecto en campo, principalmente en las etapas de suministro de los equipos, montaje electromecánico y pruebas para la puesta en servicio de la subestación eléctrica.

En este informe se detalla los criterios de diseño para los equipos a ser utilizados en el patio de llaves de la subestación eléctrica, los cuales serán suministrados de acuerdo a los parámetros mínimos de diseño, ya que es uno de los primeros pasos a realizar luego de haber realizado la ingeniería básica, ya que el suministro de equipos tiende a demorar en su fabricación e importación siendo a veces una ruta crítica en una obra de equipamiento

Se detalla criterios de diseño de distancias mínimas a tener en la subestación eléctrica para la protección del personal de operaciones en las maniobras y mantenimientos a realizarse en la subestación eléctrica, cumpliendo siempre las normas

Se realiza cálculos para las barras flexibles, cálculos de las hipótesis para la línea de entrada y la línea salida que es muy importante para el diseño de los porticos

Así mismo se elabora los alcances la ingeniería de detalle según los alcances para el diseño del equipamiento electromecánico, estableciendo las características constructivas para el montaje electromecánico

También se elabora la ingeniería de planos funcionales donde se puede apreciar la filosofía de funcionamiento de la protección y a su vez hacer la interconexión entre equipos de patio y la sala de control

## INDICE

<b>PROLOGO</b> .....	1
<b>CAPITULO I: INTRODUCCION</b>	
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Objetivo .....	3
1.3 Alcance del proyecto .....	3
1.4 Área del proyecto .....	4
1.4.1 Coordenadas geográficas .....	4
1.4.2 Condiciones climatológicas .....	5
<b>CAPITULO II: CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO</b>	
2.1 Normas aplicables .....	6
2.1.1 características del sistema .....	6
2.2 Distancia de seguridad .....	8
<b>CAPITULO III: INSTALACION PROYECTADA</b>	
3.1 Proyección .....	9
3.2 Obras electromecánicas proyectadas .....	9
3.2.1 Patio de llaves nivel de 60 kV .....	9
3.2.2 Patio de llaves nivel de 22.9 kV .....	10
3.2.3 Sala de control .....	11
3.3 Sistema eléctrico proyectado .....	11
<b>CAPITULO IV: CALCULOS JUSTIFICATIVOS BASICO DE DISEÑO</b>	
4.1 Generalidades .....	12

4.2	Calculo eléctrico para los equipos de maniobra en 60 kV .....	12
4.2.1	Calculo de la corriente nominal .....	12
4.2.2	Calculo por limite térmico .....	12
4.2.3	Calculo por corriente limite dinámica .....	13
4.3	Calculo eléctrico para los equipos de maniobra en 22.9 kV .....	14
4.4	Calculo de pararrayos en 60 kV .....	14
4.4.1	Sobretensión temporal (TOV) .....	14
4.4.2	Tensión máxima de operación continua (MCOV) .....	15
4.4.3	Sobretensión de maniobra (NBS) .....	15
4.5	Calculo de pararrayos en 22.9 kV .....	16
4.6	Dimensionamiento del conductor en función de la resistencia térmica.....	16
4.7	Transformador de potencia .....	18
4.8	Transformadores de medida y protección .....	20
4.8.1	Transformador de corriente .....	20
4.8.2	Transformador de tensión .....	23
4.9	Calculo de cadena de aisladores .....	25
4.9.1	Aisladores en nivel 60 kV .....	25
4.9.2	Aisladores en nivel 22.9 kV .....	27

## **CAPITULO V:**

### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE DISTANCIA DE SEGURIDAD**

5.1	Generalidades .....	28
5.2	Tensión critica de flameo (TCF) .....	28
5.3	Distancia mínima de fase a fase y de fase a tierra .....	28
5.4	Altura mínima de la barra flexible sobre el nivel del suelo .....	29
5.5	Altura mínima de los equipos sobre el nivel del suelo .....	29
5.6	Distancia entre conductores flexibles.....	30
5.7	Distancia típica entre equipos de patio.....	31
5.8	Resumen de cálculos de las distancias mínimas de seguridad .....	31

## **CAPITULO VI:**

### **CALCULOS MECANICO DE CONDUCTORES Y BARRAS FLEXIBLES**

6.1	Objetivo .....	32
6.2	Definiciones básicas .....	32

6.2.1	Conductor .....	32
6.3	Método de cálculo .....	32
6.3.1	Información básica .....	32
6.3.2	Criterios para el cálculo eléctrico .....	33
6.3.3	Criterios para el cálculo mecánico .....	33
6.3.4	Hipótesis del cálculo mecánico .....	34
6.3.4.1	Climatología, hidrológica y datos sísmicos .....	34
6.3.5	Consideraciones .....	35
6.3.6	Tracción en conductores por efecto de cortocircuito .....	39
6.4	Efecto corona .....	39
6.4.1	Tensión crítica disruptiva .....	42
6.5	Capacidad térmica de corriente en conductores aéreos .....	43
6.6	Observaciones.....	45
6.7	Calculo justificativos .....	46
6.7.1	Capacidad térmica de corriente admisible en conductores aéreos...46	
6.7.2	Tensión crítica disruptiva de efecto corona .....	47
6.7.3	Calculo de carga en la llegada 60 kV .....	48
6.7.4	Calculo de carga en las barra flexible 22.9 kV .....	55
6.7.5	Calculo de carga en la salida 22.9 kV .....	60
6.8	Resumen de cálculo .....	67
6.8.1	Calculo mecánico de conductores .....	67
6.8.2	Cadena de aisladores .....	67
6.8.3	Condiciones iniciales .....	68
6.8.4	Hipótesis de cálculo .....	68
6.8.5	Calculo de tensión por cortocircuito .....	69

## **CAPITULO V II: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

7.1	Generalidades .....	70
7.2	Transformador de potencia .....	70
7.2.1	Alcances .....	70
7.2.2	Normas aplicables .....	70
7.2.3	Características generales .....	71

7.2.3.1	Tipo	71
7.2.3.2	Condiciones de operación	71
7.2.3.3	Características eléctricas	72
7.2.3.4	Condiciones ambientales	73
7.2.4	Requerimientos de diseño y construcción	73
7.2.4.1	Requerimiento de diseño	73
7.2.4.2	Resistencia mecánica	74
7.2.5	Núcleo	74
7.2.6	Arrollamientos	75
7.2.7	Valores de las pérdida	75
7.2.8	Aisladores pasatapas y cajas terminales para cables	75
7.2.9	Tanque y acoplamiento	76
7.2.10	Equipo de enfriamiento	77
7.2.11	Sistema de conservación de aceite	78
7.2.12	Gabinete de control	79
7.2.13	Conmutador de tomas en carga	79
7.2.14	Panel de control a distancia del cambiador de tomas bajo carga	81
7.2.15	Equipo de regulación de tensión	81
7.2.16	Accesorios	81
7.2.17	Controles y pruebas	85
7.3	Interruptor de potencia	85
7.3.1	Objeto	85
7.3.2	Descripción general	85
7.3.3	Características técnicas	86
7.3.4	Características constructivas y ambientales	87
7.3.4.1	Características generales	87
7.3.4.2	Tablero de accionamiento y control	88
7.3.4.3	Placa de características	89
7.3.4.4	Condiciones ambientales	90
7.3.4.5	Pruebas y ensayos	91
7.4	Seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra	91
7.4.1	Objetivos	91
7.4.2	Descripción general	91



7.4.3	Descripción funcional	92
7.4.4	Características técnicas	92
7.4.5	Características mecánicas, constructivas y ambientales	93
7.4.5.1	Características generales	93
7.4.5.2	Línea de corriente	93
7.4.5.3	Aisladores	94
7.4.5.4	Bastidor de los seccionadores	94
7.4.5.5	Placa de características de los polos	94
7.4.5.6	Transmisiones	95
7.4.5.7	Accionamientos	95
7.4.5.8	Condiciones ambientales	97
7.4.6	Pruebas y ensayos	97
7.5	Transformador de corriente	98
7.5.1	Objetivo	98
7.5.2	Descripción general	98
7.5.3	Características técnicas	98
7.5.4	Características constructivas y ambientales	99
7.5.4.1	Características constructivas	99
7.5.4.2	Placa de características	100
7.5.4.3	Condiciones ambientales	101
7.5.4.4	Pruebas y ensayos	101
7.6	Transformador de tensión capacitivo	102
7.6.1	Objetivo	102
7.6.2	Descripción general	103
7.6.3	Características técnicas	103
7.6.4	Características constructivas y ambientales	104
7.6.4.1	Características constructivas	104
7.6.4.2	Placa de características	107
7.6.4.3	Condiciones ambientales	107
7.6.5	Pruebas y ensayos	108
7.7	Pararrayos	110
7.7.1	Objetivo	110
7.7.2	Descripción general	110

7.7.3	Características técnicas .....	110
7.7.4	Características constructivas y ambientales .....	111
7.7.4.1	Características constructivas .....	111
7.7.4.2	Placa de características .....	111
7.7.4.3	Condiciones ambientales .....	112
7.7.5	Pruebas y ensayos .....	112
7.7.5.1	Ensayos tipo .....	112
7.7.5.2	Ensayo de rutina .....	113
7.8	Transformado de tensión inductivo .....	113
7.9	Seccionador de línea y de puesta a tierra .....	115
7.10	Interruptor de recierre .....	117
7.10.1	Objeto .....	117
7.10.2	Descripción general .....	117
7.10.3	Características técnicas .....	117
7.10.4	Características constructivas y ambientales .....	118
7.10.4.1	Características generales .....	118
7.10.4.2	Caja de control .....	118
7.10.4.3	Placa de características .....	119
7.10.4.4	Condiciones ambientales .....	119
7.10.4.5	Pruebas y ensayos .....	120
7.11	Estructuras metálicas .....	120
7.11.1	Objeto .....	120
7.11.2	Características técnicas .....	120
7.11.3	Características constructivas y ambientales .....	121
7.11.4	Pruebas y ensayos .....	123
7.12	Conductor de aleación de aluminio para barras flexible .....	124
7.12.1	Alcance .....	124
7.12.2	Normas aplicables .....	124
7.12.3	Descripción del material .....	124
7.12.4	Fabricación .....	125
7.12.5	Prueba tipo .....	125
7.12.6	Pruebas de muestreo .....	125
7.13	Elementos de fijación para conductores .....	126

7.13.1	Alcance .....	126
7.13.2	Normas de fabricación .....	126
7.13.3	Alcance .....	126
7.13.4	Características generales .....	126
7.13.5	Marcas .....	128
7.13.6	Características técnicas .....	128
7.13.7	Inspección y pruebas .....	129
7.13.8	Pruebas tipo .....	129
7.13.9	Pruebas de muestreo .....	129
7.14	Tablero de protección, medición y señalización .....	130
7.14.1	Objeto .....	130
7.14.2	Ámbito de aplicación .....	130
7.14.3	Descripción general .....	130
7.14.4	Características técnicas .....	130
7.14.5	Características constructivas y ambientales .....	131
7.14.5.1	Características constructivas .....	131
7.14.6	Sistema de alarma .....	134
7.14.7	Equipos de protección .....	135
7.14.8	Analizador de redes .....	136
7.14.9	Condiciones ambientales .....	137
7.14.10	Pruebas y ensayos .....	138
7.14.11	Cumplimiento de las normas técnicas nacionales e internacionales... .....	138

## **CAPITULO VIII: SISTEMA DE MALLA A TIERRA**

8.1	Objetivo .....	139
8.2	Consideraciones de diseño .....	139
8.3	Malla a tierra .....	140
8.3.1	Instalación .....	140
8.3.2	Comprobación al final de la instalación.....	140
8.4	Mediciones de campo .....	140
8.5	Cálculos justificativos .....	141

8.5.1	Datos generales .....	141
8.5.2	Sección mínima teórica del conductor .....	142
8.5.3	Calculo de la resistencia de malla a tierra .....	142
8.6	Procedimiento para la medición de la tensiones de toque y paso de la malla de puesta a tierra .....	150
8.6.1	Equipos y materiales a ser utilizados .....	150
8.6.2	Cálculos previos, antes de las mediciones de las tensiones de toque y paso .....	150
8.6.3	Procedimiento para la medición de la resistencia de tierra .....	151
8.6.4	Procedimiento para la medición de la Tensión de Paso .....	152
8.6.5	Procedimiento para la medición de la Tensión de Toque .....	153

## **CAPITULO IX: DESCRIPCION DE LAS OBRAS CIVILES**

9.1	Generalidades .....	155
9.2	Obras civiles a ejecutar .....	155
9.3	Descripción de las obras civiles a ejecutar .....	156
9.3.1	Obras preliminares .....	156
9.3.2	Movimiento de tierras .....	156
9.3.3	Obras de concreto simple .....	157
9.3.4	Obras de concreto armado .....	157
9.3.5	Mampostería .....	157
9.3.6	Revoques .....	157
9.3.7	Cielorrasos .....	158
9.3.8	Cubiertas .....	158
9.3.9	Carpintería metálica .....	157
9.3.10	Pintura .....	158
9.3.11	Equipos mínimos a utilizar .....	158

## **CAPITULO X: SISTEMA DE CONTROL, PROTECCION Y COMUNICACIÓN**

10.1	Generalidades .....	159
10.2	Sistema de protección .....	159
10.2.1	Protecciones propias de los transformadores .....	160
10.2.1.1	Refrigeración independiente .....	160

10.2.1.2	Protección de gases de los transformadores.....	160
10.2.1.3	Protección de imagen térmica .....	161
10.2.2	Protecciones de la línea de llegada .....	161
10.2.2.1	Protecciones de distancia .....	161
10.2.3	Protección diferencial del transformador .....	161
10.2.4	Protecciones de la línea de salida .....	162
10.3	Sistema de control y comunicación .....	162
10.4	Planos de operación de las protección .....	163

## **CAPITULO XI: SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES**

11.1	Generalidades .....	164
11.2	Nivel de tensión normalizada .....	164
11.3	Limite de tensión admisible en la carga .....	165
11.4	Sistema de corriente alterna en baja tensión 220 vac .....	165
11.5	Sistema de corriente continua 110 vdc .....	165
11.5.1	Rectificador-cargador y banco de baterías .....	165
11.6	Planos .....	165

## **CAPITULO XII: INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO**

12.1	Generalidades .....	168
12.2	Instalaciones .....	168
12.2.1	Alumbrado y fuerza interior .....	168
12.2.2	Alumbrado y fuerza exterior .....	169
12.2.3	Alumbrado de emergencia .....	169
12.2.4	Alumbrado perimetral .....	170
12.3	Planos .....	171

## **CAPITULO XIII: INGENIERIA DE DETALLE**

13.1	Alcance .....	175
13.2	Ingeniería de planos electromecánicos .....	175
13.3	Ingeniería de planos eléctricos funcionales .....	175

13.4	Metrado referencial de suministro de materiales .....	176
13.5	Planos .....	178
<b>CONCLUSIONES</b> .....		224
<b>ANEXOS</b> .....		225
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		283

## **PROLOGO**

Muchas localidades, pertenecientes a diferentes regiones poseen un suministro eléctrico restringido y deficiente, no cubriendo las expectativas de la población; por lo que se pretende realizar diferentes proyectos tratando de llevar energía y cumplir con las expectativas proyectadas

Dentro de estos proyectos a realizar, esta la construcción de una subestación eléctrica ubicada en la provincia de Las Lomas perteneciente al departamento de Piura el cual será equipada con equipos modernos de ultima tecnología en el nivel de 60kV como llegada y un nivel de 22.9 kV como salidas a las diferentes localidades

El proyecto “Equipamiento de la Subestación Eléctrica Las Lomas 66/22,9 kV”, forma parte del programa de inversiones de electrificación desarrollado por el Ministerio de Energía y Minas, debido al incremento de la demanda de los últimos años.

El objetivo del presente informe, esta orientado a la planificación y criterios para el desarrollo de la ingeniería de detalle y continuar con la ejecución del proyecto

Para efectos de ofrecer una mejor presentación de este informe de suficiencia, se ha creído conveniente dividirlo en trece capítulos.

## **CAPITULO I INTRODUCCION**

### **1.1 Antecedentes**

En la actualidad, las localidades que comprenden el futuro P.S.E. Huancabamba-Huarmaca, carecen de energía eléctrica a excepción de algunos distritos que poseen servicio restringido

Así mismo, algunas localidades aisladas tienen un suministro proveniente de la generación térmica, el cual es extremadamente deficiente. No cubre las necesidades mínimas de la mayoría de los centros poblados, ni mucho menos se facilita el desarrollo de las actividades productivas, ya que importantes sectores rurales carecen de ella

Ante esta deficiencia el Ministerio de Energía y Minas se ha propuesto ejecutar un proyecto que permita satisfacer eficientemente la demanda de energía de una importante zona en corto, mediano y largo plazo

Para ello, luego de las evaluaciones realizadas, ha considerado que lo mas conveniente es construir una Subestación Eléctrica Las Lomas 60/22.9kV y formar un Sistema de Transmisión entre Chulucanas y Las Lomas a 60kV, incorporándolo al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN), a través de la S.E. Chulucanas, actualmente interconectada con la S.E. Piura mediante una línea de transmisión a 60 kV

Así mismo los equipos que conformaran la S.E. Las Lomas serán de última generación, los que deberán estar preparados para ser integrados en los próximos años al sistema SCADA.

Es así, que el Ministerio de Energía y Minas , convoca a concurso por invitación, para la Ejecución de la Obra “Suministro, Montaje, Obras Civiles, Pruebas y Puesta en Servicio de la Obra Equipamiento de la Subestación Eléctrica Las Lomas 60 / 22.9 kV”, otorgando la Buena Pro a la empresa contratista “ABENGOA.”, firmándose el contrato para la ejecución integral de la Obra.



El presente informe, esta esencialmente orientado a la planificación, ingeniería de detalle, cálculos justificativos, suministro, montaje y pruebas para la puesta en servicio de la obra. Así mismo, no se desarrollan el estudio de Obras Civiles y Telecomunicaciones por ser competencia de otras especialidades, tampoco se desarrolla el Estudio de Coordinación de Protección por ser amplio y especializado, por lo que sólo se mencionaran como parte del presente informe.

## **1.2 Objetivo**

Describir los criterios, procedimientos y trabajos a realizarse durante el periodo de Ingeniería y ejecución del proyecto, principalmente en las etapas de suministro de equipos, montaje electromecánico y pruebas para la puesta en servicio de la subestación eléctrica.

Así mismo elaborar la ingeniería de detalle según los alcances para el diseño del equipamiento electromecánico, estableciendo las características constructivas para el montaje electromecánico

También elaborar la ingeniería de Planos Funcionales para realizar la interconexión entre el Patio de Llaves y la Sala de Control

## **1.3 Alcance del Proyecto**

El alcance del proyecto comprende de:

El suministro de equipos, la elaboración de la ingeniería de detalle y el montaje de equipos en el Patio de Llaves; así mismo las obras civiles que sean necesarias, de tal manera de lograr un correcto funcionamiento y completa operatividad de los equipos, a satisfacción del MEM y posteriormente de Enosa.

Los equipos a ser montados en la subestación, se listan a continuación:

- Una Celda de Llegada en 60kV :
  - Un (01) Interruptor de potencia tripolar 72,5 kV.
  - Un (01) Seccionador de línea tripolar, con cuchilla de puesta a tierra 72,5 kV.
  - Tres (03) Transformadores de corriente unipolar 72,5 kV.

- Tres (03) Pararrayos 60 kV.
- Un (01) Transformador de potencia trifásico 60 / 22.9 ±10 x 1% kV - 7/9 MVA (ONAN/ONAF).
- Una Celda de Transformador en 22.9kV
  - Un (01) Interruptor de potencia tripolar 22,9 kV.
  - Un (01) Seccionador de línea tripolar 22,9 kV.
  - Un (01) Seccionador de Barra tripolar 22,9 kV.
  - Tres (03) Transformadores de corriente unipolar 22,9 kV.
  - Tres (03) Pararrayos 22.9 kV.
- Dos Celdas de Salida en 22.9kV
  - Un (01) Interruptor tripolar con recierre 22,9 kV.
  - Un (01) Seccionador de línea tripolar 22,9 kV.
  - Un (01) Seccionador de Barra tripolar 22,9 kV.
  - Tres (03) Pararrayos 22.9 kV.

Los equipos a ser montados en la sala de control de la subestación se listan a continuación:

- Un (01) Tablero de Control y Mando.
- Un (01) Tablero de Protección y medición.
- Un (01) Tablero de Protección del Transformador.
- Un (01) Tablero de Servicios auxiliares 380-220 VAC , 110 VDC
- Un (01) Tablero cargador rectificador

## **1.4 Área del Proyecto**

El área del proyecto esta comprendido dentro del departamento de Piura, distrito de El Faique, provincia de Huancabamba, ubicada al norte del Perú

### **1.4.1 Coordenadas geográficas**

La Subestación Lomas, esta ubicada en las coordenadas geográficas:

- Latitud sur: 5° 11' 50''
- Longitud oeste: 80° 37' 34''

### **1.4.2 Condiciones climatológicas**

El clima en la zona del proyecto es tropical seco, de atmósfera limpia.

Las características climáticas principales de la zona del Proyecto son:

- Temperatura mínima                    10 °C
- Temperatura media                    24 °C
- Temperatura máxima                    30 °C
- Humedad relativa máxima            70 - 90%
- Velocidad viento máximo            60 km/h
- Altitud                                    100 a 600 m.s.n.m.
- Condición de Hielo                    Ninguna

## **CAPITULO II CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO**

### **2.1 Normas Aplicables**

Debido a que la zona del proyecto esta ubicada en la parte central-sur del departamento de Piura, lo cual conlleva a una mínima contaminación, la subestación será diseñada al aire libre

Para la elaboración de diseño, metodología de selección de equipos y ejecución del proyecto se deben emplear las normas vigentes a la fecha de los siguientes reglamentos:

- IEC International Electrotechnical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- VDE Verband Deutscher Elektrotechniker
- DIN Deutsche Industrie Normem
- NEMA National Electrical Manufactures Association
- ANSI American National Standards Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing and Materials
- AWS American Welding Society
- AISC American Institute of Stell Construction
- ICEA Insulated Cable Engineer Association

#### **2.1.1 Características del sistema**

##### **Niveles de aislamiento**

Las normas IEC, plasmadas en las publicaciones IEC 71-1, IEC 71-2 y la IEC 71-3; y las normas ANSI C.2, C.37.30 y la C.92, han normado un número de niveles de aislamiento, los cuales pueden ser escogidos, considerando las condiciones específicas que prevalecen en el sistema. Se anexa tabla de aislamiento normalizada, Anexo A

La subestación eléctrica Las Lomas se encuentra ubicada a una altitud menor de 1000 m.s.n.m. por lo cual no es necesario efectuar la corrección del aislamiento externo del equipamiento, los niveles de aislamiento para la subestación son los siguientes:

**Patio de llaves – Equipos de 60 kV :**

- Tensión nominal : 60 kV
- Tensión máxima de servicio : 72,5 kV
- Tensión soportada al impulso atmosférico (BIL) : 325 kVp
- Tensión soportada a frecuencia industrial : 140 kV

**Patio de llaves – Equipos de 22.9 kV :**

- Tensión nominal : 22.9 kV
- Tensión máxima de servicio : 36 kV
- Tensión soportada al impulso atmosférico (BIL) : 145 kVp
- Tensión soportada a frecuencia industrial : 70 kV

**Niveles de cortocircuito**

Los niveles máximos de cortocircuito, al que estarán sometidas las instalaciones de la subestación Las Lomas, fueron determinadas mediante simulaciones de fallas de cortocircuito en las barras.

Tabla 2.1- Corriente de cortocircuito en las barras de 60/22.9 kV

Subestación	Barra	Corriente de Cortocircuito (kA)		
		Año 2006		
		I <sub>CC3φ</sub>	I <sub>CC1φ</sub>	I <sub>CC2φt</sub>
Las Lomas	60 kV	505	436	379
	22.9 kV	1125	436	879

**Niveles de tensión**

Los niveles de tensión a emplearse, han sido tomados de acuerdo a los niveles de tensión de operación del sistema de transmisión de Chulucanas en 60 kV que actualmente esta interconectado con la S.E. Piura.

- Sistema de transmisión : 60 kV
- Sistema de distribución : 22.9 kV



## **CAPITULO III INSTALACION PROYECTADA**

### **3.1 Proyección**

El estudio de la demanda del proyecto se ha efectuado para un plazo de 20 años a partir del 1999, debido a que esta demanda (kW), es muy relativa ya que puede aparecer alguna carga importante en la zona no prevista, se ha contemplado para el diseño un área destinada a una futura y posible ampliación, de tal manera de ubicar un segundo transformador de potencia con todos los equipos necesarios, de tal forma que ambos transformadores trabajen en paralelo y así juntos puedan cubrir las carga futuras

### **3.2 Obras Electromecánicas Proyectadas**

#### **3.2.1 Patio de Llaves Nivel de 60 kV**

##### **Obra Electromecánica**

- Montaje de estructuras de los equipos de patio de llaves (03 pararrayos de Oxido de Zinc, 03 Transformadores de corriente, 03 Transformadores de tensión, 01 seccionador de línea con cuchillas de PAT, 01 interruptor de potencia)
- Montaje de Pórticos en 60 Kv Según plano de planta y elevación
- Montaje de (01) transformador de potencia trifásico , 7/9 MVA (ONAN/ONAF), 60 /23  $\pm$ 10x 1%, con regulación automática bajo carga,
- Montaje de (01) interruptor de potencia tripolar , 72,5 kV, 1250 A, 25 kA, 325 kVp (BIL)
- Montaje de (01) seccionador de línea tripolar, con cuchilla de puesta a tierra , 72,5 kV, 800 A, 25 kA, 325 kVp (BIL).
- Montaje de (03) transformadores de corriente unipolar , 30-75-150/5/5/5 A; 72,5 kV, 325 kVp (BIL), 30 VA - cl. 0,2 y 2 x 30 VA - 5P20

- Montaje de (03) transformadores de tensión unipolar capacitivo  $60:\sqrt{3} / 0,10:\sqrt{3} / 0,10:\sqrt{3}$ ; 72.5kV, 325 kVp, 30 VA - cl. 0,2 y 30VA – 3P
- Tres (03) pararrayos de ZnO, 60 kV, 10 kA, 450 kVp clase 3, con contador de descarga, incluido base soporte.

### **Obras Civiles**

- Se realizara de acuerdo ala ingeniería presentada por el contratista en la cual se tendrá las dimensiones exactas de todas las bases a implementarse.

### **3.2.2 Patio de Llaves Nivel de 22.9 kV**

#### **Obra Electromecánica**

- Montaje de estructuras de los equipos de patio de llaves (03 Transformadores de corriente, 01 seccionador de línea, 01 interruptor de potencia,02 Recloser)
- Montaje de Pórticos en 22.9 Kv Según plano de planta y elevación
- Montaje de (01) interruptor de potencia tripolar , 24 kV, 630 A, 20 kA, 145 kVp (BIL)
- Montaje de (03) seccionador de línea tripolar, 24 kV, 630 A, 20 kA, 145 kVp (BIL).
- Montaje de (03) transformadores de corriente unipolar , 50-125-250/5/5/5 A; 24 kV, 145 kVp (BIL), 30 VA - cl. 0,2 y 2 x 30 VA - 5P20
- Montaje de (03) transformadores de tensión unipolar inductivo  $22.9:\sqrt{3} / 0,10:\sqrt{3}$ ; 24kV, 125 kVp, 30 VA - cl. 0,2
- Montaje de (06) pararrayos de ZnO , 21 kV, 10 kA, 170 kVp clase 3, con contador de descarga
- Montaje de (02) Recloser , 38kV, 560 A, 12kA , 150 kVp (BIL)
- Montaje de (01) Transformador de Servicios Auxiliares, 50kVA, 23/0.4Kv

### **Obras Civiles**

- Se realizara de acuerdo ala ingeniería presentada por el contratista en la cual se tendrá las dimensiones exactas de todas las bases a implementarse.



### **3.2.3 Sala de control**

El proyecto considera para la sala de control lo siguiente:

#### **Obras electromecánicas**

- Montaje de los Tablero de Control y Mando ( TCM )
- Montaje de los Tablero de Protección y Medición ( TCM )
- Montaje de los Tablero de Protección del Transformador ( TPT )
- Montaje de los Tablero de Servicios Auxiliares ( TSA )
- Montaje de Tablero cargador rectificador

#### **Obras Civiles**

Se realizara de acuerdo ala ingeniería presentada por el contratista para la construcción de la sala con material noble.

### **3.3 Sistema Eléctrico Proyectado**

El sistema eléctrico proyectado para la Subestación Las Lomas se indica en los siguientes planos de acuerdo a los anexos:

- Anexo B Ubicación geográfica de la S.E. (Plano EM-LO-00/01)
- Anexo C Diagrama unifilar general (Plano EM-LO-01/01)
- Anexo D Diagrama unifilar de Medición (Plano EF-LO-01/01)
- Anexo E Diagrama unifilar de Protección (Plano EF-LO-01/02)

## CAPITULO IV CALCULOS JUSTIFICATIVOS BASICO DE DISEÑO

### 4.1 Generalidades

En el presente capitulo se realizaran los cálculos para las condiciones eléctricas mínimas de diseño, que deberán reunir los equipos del patio de llaves, previstos para la subestación.

Los valores finales de diseño serán los calculados o mayores a estos.

Para los cálculos de dimensionamiento de equipos de la subestación se ha considerado la potencia de cortocircuito de 155 MVA en el lado de 60 kV, y de 80 MVA en el lado de 22.9 kV de acuerdo a los datos de estudios realizados y proyectados para el año 2018.

### 4.2 Calculo eléctrico para los equipos de maniobra en 60 kV

Cuando hablamos de equipos de maniobra nos referimos en este caso a los interruptores y seccionadores de potencia., cuyas características técnicas principales se basan en los siguientes parámetros:

#### 4.2.1 Cálculo de la corriente nominal ( $I_n$ )

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times V_n} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$I_n = 86.6 A$$

Donde:  $S_n = 9 \text{ MVA}$  (Potencia aparente proyectada)

$V_n = 60 \text{ kV}$  (Tensión nominal del sistema en delta)

#### 4.2.2 Cálculo de la corriente límite térmico ( $I_{cc}$ )

Es el valor de una corriente constante, que el equipo puede soportar durante un determinado tiempo, sin presentar calentamiento excesivo ni deterioro de sus componentes, y esta definida por:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_n} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$I_{cc} = 1493.25 A$$

Donde:  $S_{cc} = 155 \text{ MVA}$  (Potencia de cortocircuito)  
 $V_n = 60 \text{ kV}$  (Tensión nominal del sistema)

#### 4.2.3 Cálculo de la corriente límite dinámica ( $I_{ch}$ )

Es el valor pico de la corriente de cortocircuito que puede soportar el equipo sin presentar deformaciones del tipo mecánico. A esta corriente también se le conoce como de choque, y esta definido por:

$$I_{ch} = 2.54 \times I_{cc} \dots\dots\dots (4.3)$$

Para:  $I_{cc} = 1493.25 A$

$$I_{ch} = 3.79 kA$$

Donde:  $S_{cc} = 155 \text{ MVA}$  (Potencia de cortocircuito)  
 $V_n = 60 \text{ kV}$  (Tensión nominal del sistema)

En resumen se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.1 - Calculo de parámetros para equipos de maniobra 60 kV

Descripción	Datos	Valores obtenidos
Corriente nominal	$S_n=9 \text{ MVA}$ $V_n=60 \text{ kV}$	$I_n=86.6 \text{ A}$
Potencia de Ruptura	$S_{cc}=155 \text{ MVA}$	$S_{cc}=155 \text{ MVA}$
Corriente límite térmica	$S_{cc}=155 \text{ MVA}$	$I_{cc}=1.493 \text{ kA}$
Corriente dinámica	$I_{ch}=2.54 \times I_{cc}$	$I_{ch}=3.79 \text{ kA}$

### 4.3 Cálculo eléctrico para los equipos de maniobra en 22.9kV

Para determinar las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de maniobra de 22.9kV; se sigue el mismo procedimiento de cálculo utilizado para los equipos en 60kV. La tabla que se muestra a continuación resume los valores obtenidos en los cálculos respectivos.

Tabla 4.2 - Cálculo de parámetros para equipos de maniobra 22.9 kV

Descripción	Datos	Valores obtenidos
Corriente nominal	$S_n=9 \text{ MVA}$ $V_n=22.9 \text{ kV}$	$I_n=226 \text{ A}$
Potencia de ruptura	$S_{cc}=80\text{MVA}$	$S_{cc}=80\text{MVA}$
Corriente límite térmica	$S_{cc}=80\text{MVA}$	$I_{cc}=2.01 \text{ kA}$
Corriente dinámica	$I_{ch}=2.54 \times I_{cc}$	$I_{ch}=5.12 \text{ kA}$

### 4.4 Cálculo de pararrayos en 60 kV

Será el dispositivo destinado a descargar las sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, por maniobras o por otras causas que, en otro caso, se descargarían sobre los aisladores o perforando el aislamiento, ocasionando interrupciones en el sistema eléctrico y, en muchos casos, desperfectos en los generadores, transformadores.

Los parámetros necesarios son:

#### 4.4.1 Sobretensión temporal (TOV)

Se caracterizan por presentarse a una frecuencia muy cercana a la industrial o a la misma frecuencia industrial, y por no ser amortiguadas ni suavemente amortiguadas. Se asocian principalmente con pérdidas de carga, fallas a tierra y resonancias de diferentes tipos. Se calcula de acuerdo con la expresión:

$$TOV = \frac{K_e \times U_m}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (4.4)$$

$$TOV = 58.67kV$$

Ke= Factor de puesta a tierra

Ke = 1.4 sistema aterrado

Ke = 1.73 sistema aislado

Um= Tensión máxima a presentarse en el sistema entre fases

Entonces tenemos que: Um = 72.5 kV

#### 4.4.2 Tensión máxima de operación continua (MCOV)

Es la tensión máxima de diseño que puede aparecer en operación continua, en los terminales del pararrayos (fase-tierra). Se calcula de acuerdo con la expresión:

$$MCOV = \frac{U_m}{\sqrt{3}} \times 1.05 \dots\dots\dots (4.5)$$

$$MCOV = 44.00kV$$

#### 4.4.3 Sobretensión de Maniobra (NBS)

Las sobretensiones de maniobra están asociadas a todas las operaciones de maniobra y fallas en un sistema. Sus altas amplitudes están generalmente en el rango de 2 a 4 p.u., dependiendo mucho de los valores reales del diseño del sistema y de los medios para limitarlos. Se calcula de acuerdo con la expresión

$$NBS = 0.83 \times BIL \dots\dots\dots (4.6)$$

Para BIL=325 kVp

$$NBS = 269.75 kVp$$

En resumen se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.3 - Cálculo de parámetros para Pararrayos en 60 kV

Descripción	Datos	Valores obtenidos
TOV	Ke=1.4 Um=72.5 kV	58.67 kV
MCOV	Um=72.5 kV	44.00 kV
BIL	BIL=325 kVp	BIL=325 kVp
NBS	BIL=325 kVp	269.75 kVp

#### 4.5 Cálculo de pararrayos en 22.9 kV

Para determinar las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de maniobra de 22.9 kV; se sigue el mismo procedimiento de cálculo utilizado para los equipos en 60kV. La tabla que se muestra a continuación resume los valores obtenidos en los cálculos respectivos.

Tabla 4.4 - Cálculo de parámetros para Pararrayos en 22.9 kV

Descripción	Datos	Valores obtenidos
<b>TOV</b>	Ke=1.73 Um=36 kV	36 kV
<b>MCOV</b>	Um=36 kV	21.84 kV
<b>BIL</b>	BIL=170 kVp	BIL=170 kVp
<b>NBS</b>	BIL=170 kVp	141.1 kVp

#### 4.6 Dimensionamiento del conductor en función de la resistencia térmica

El esfuerzo térmico depende de la magnitud de la curva y de la duración de la intensidad de corto circuito. Se denomina valor medio térmico efectivo la intensidad de breve duración  $I_{th}$  cuyo valor efectivo genere igual cantidad de calor que la intensidad de corto circuito, calculándose como sigue:

$$I_{th} = I_k \times \sqrt{(m+n)} \dots\dots\dots (4.7)$$

Donde:

m y n : Factores que se obtienen de la Figura 4.2 y 4.3 a partir de  $I_k$

$I_k$  : Corriente de cortocircuito (kA)

##### Lado 60 kV :

Conductor: 120mm<sup>2</sup> AAAC

Resistencia eléctrica (R): 0.275 Ohm/km , Reactancia (X) : 0.4432 Ohm/km

Reemplazando en:  $k = 1.02 + 0.98 \times e^{-3R/X} \dots\dots\dots (4.8)$

Tenemos:  $k = 1.1723$

Eligiendo “k “ en la fig 4.3 y para un tiempo de t=1 seg;  $m = 0$

Para el cálculo de “n”, tenemos de la fig.4.2 que  $I_k'' = I_k$  por estar alejado de los generadores donde:  $I_k''$  es la corriente inicial de corto circuito

Ubicando  $\frac{I_k''}{I_k} = 1$  en la figura 4.2 y para un tiempo de  $t=1$ ;  $n=1$

Reemplazando estos valores de “n” y “m” tenemos:

$$I_{th} = 1.49325 \times \sqrt{0+1}$$

$$I_{th} = 1.49325kA$$

$$S_{th} = \frac{1493.25A}{120mm^2} = 12.4437 \frac{A}{mm^2}$$

La densidad de corriente de breve duración nominal admisible, partiendo de una temperatura inicial  $\theta_a = 80^\circ C$  y no superando una temperatura final  $\theta_a = 180^\circ C$  se obtiene según la Figura 4.3

$$S_{th_N} = 75 \frac{A}{mm^2}$$

El conducto soportara el efecto de cortocircuito ya que tiene suficiente resistencia térmica

### **Lado 22.9 kV**

Conductor: 240mm<sup>2</sup> AAAC

Resistencia eléctrica (R): 0.142 Ohm/km , Reactancia (X) : 0.3584 Ohm/km

Reemplazando en la ecuación (4.8)

Tenemos:  $k = 1.3524$

Eligiendo “k “ en la fig 4.3 y para un tiempo de  $t=1$  seg;  $m = 0$

Para el cálculo de “n”, tenemos de la fig.4.2 que  $I_k'' = I_k$  por estar alejado de los generadores donde:  $I_k''$  es la corriente inicial de corto circuito

Ubicando  $\frac{I_k''}{I_k} = 1$  en la figura 4.2 y para un tiempo de  $t=1$ ;  $n=1$

Reemplazando estos valores de “n” y “m” tenemos:

$$I_{th} = 2.01 \times \sqrt{0+1}$$

$$I_{th} = 2.01kA$$

$$S_{th} = \frac{2010A}{240mm^2} = 8.375 \frac{A}{mm^2}$$

La densidad de corriente de breve duración nominal admisible, partiendo de una temperatura inicial  $\theta_u = 80^\circ C$  y no superando una temperatura final  $\theta_a = 180^\circ C$ , se obtiene según la figura 4.1

$$St_{h_N} = 75 \frac{A}{mm^2}$$

El conductor soportara el efecto de cortocircuito ya que tiene suficiente resistencia térmica

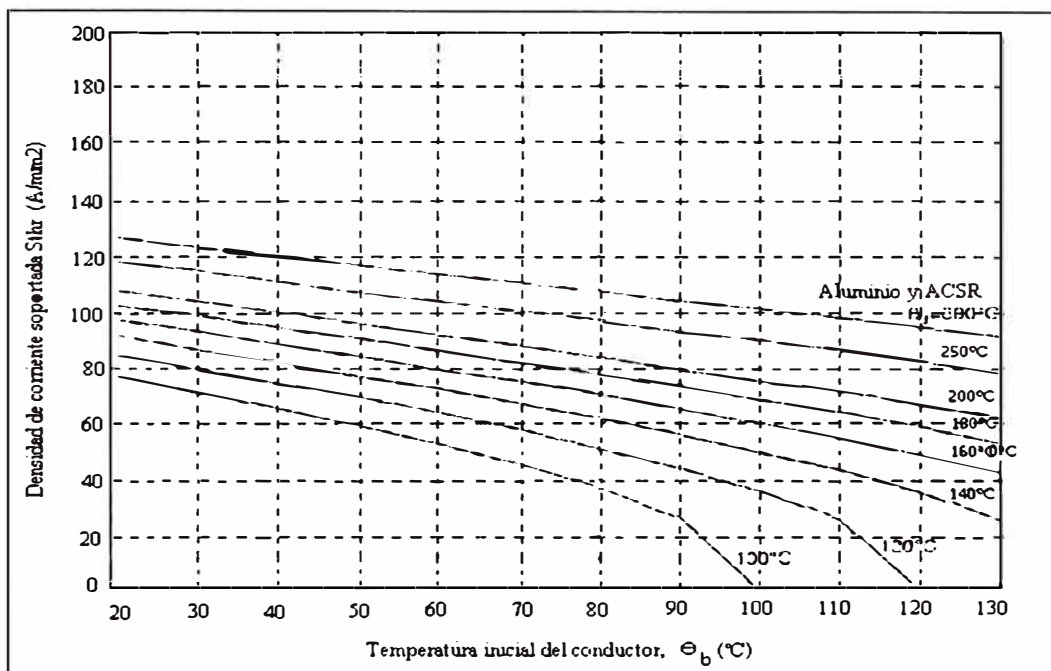


Figura 4.1 Temperatura de conductores de aluminio, aleación de aluminio en Cortocircuito

#### 4.7 Transformador de Potencia

El transformador de potencia se selecciona de acuerdo al estudio de mercado eléctrico de la demanda proyectada, la cual sustenta en criterios estadísticos y análisis macroeconómico las que son complementarias con informaciones directas a las cargas eléctricas más importantes

La demanda proyectada para el año 2018 es de 14.71 MVA, siendo cubierta por 02 transformadores cuya potencia nominal será de 7/ 9 MVA (ONAN/ONAF), pero como primera etapa será cubierta por un solo transformador.



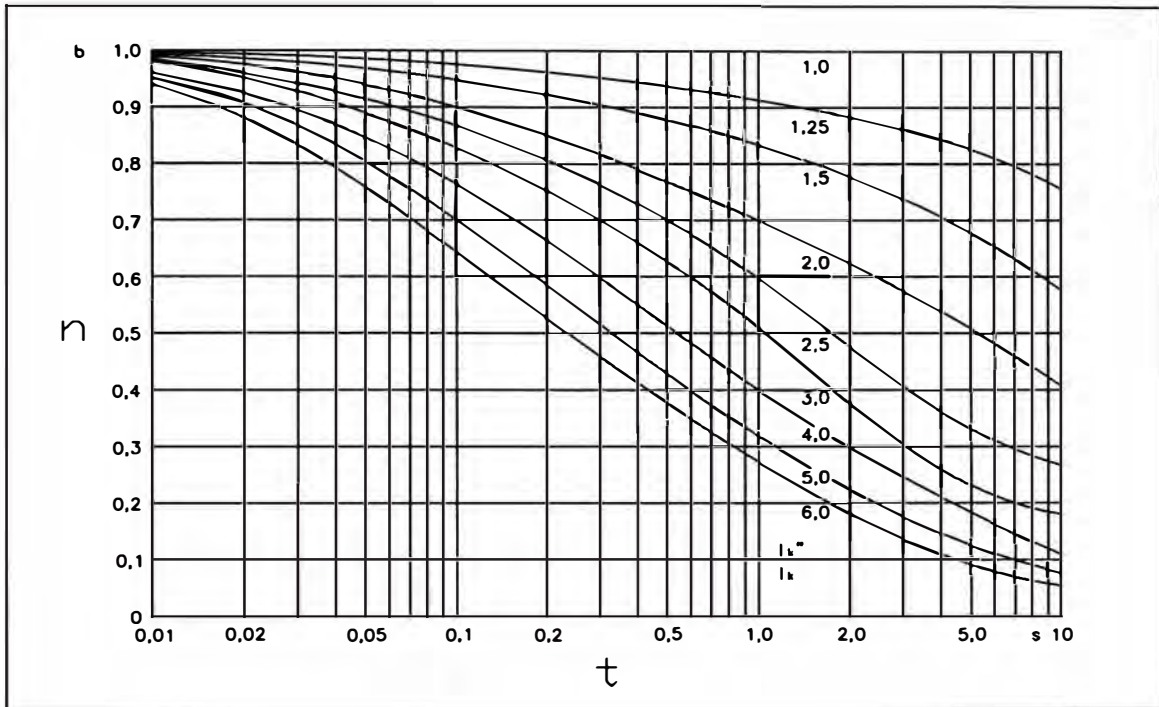


Figura 4.1 FACTOR  $n$  PARA EL EFECTO CALORIFICO DE LA COMPONENTE PERIODICA EN CASO DE CORTO CIRCUITO TRIPOLAR

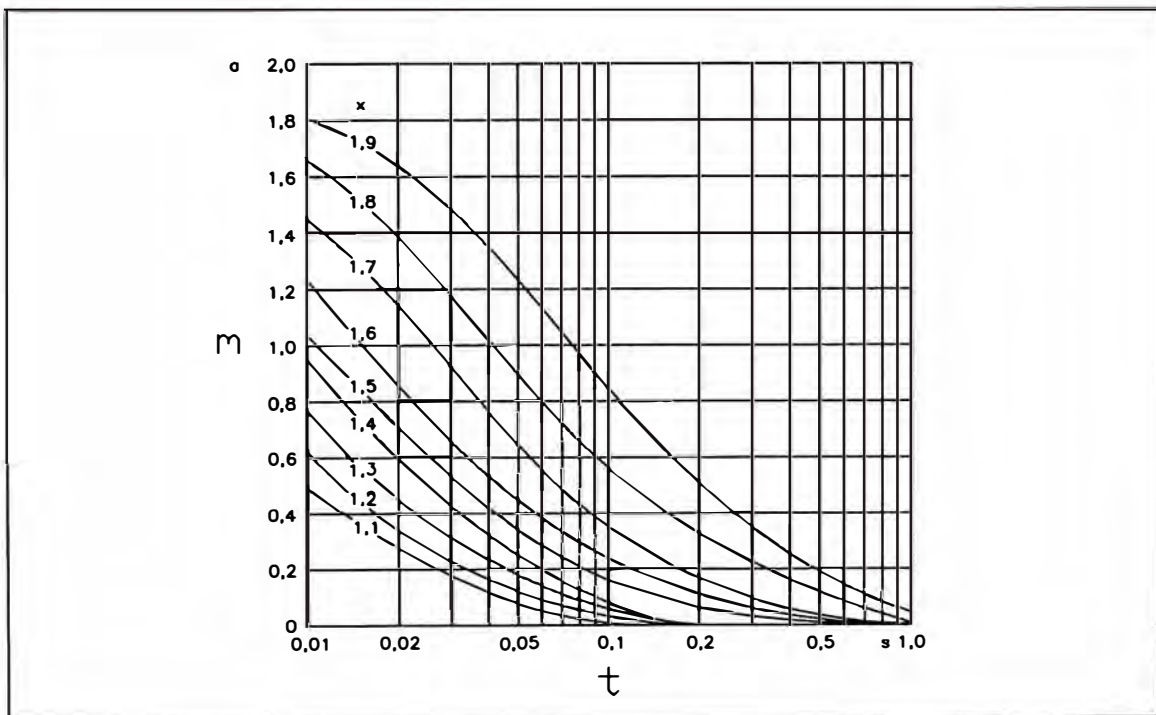


Figura 4.2 FACTOR  $m$  PARA EL EFECTO CALORIFICO DE LA COMPONENTE APERIODICA ALTERNA TRIFASICA Y MONOFASICA

## 4.8 Transformadores de medida y protección

En función de su utilización se clasifican en:

- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión

Los principales parámetros de selección de los transformadores de medida son:

- Clase precisión.
- Relación de transformación.
- Consumo (VA).

### 4.8.1 Transformador de Corriente

#### Línea de llegada :

- Máxima intensidad nominal. : 50 A
- Máxima intensidad de cortocircuito. : 1500 A
- Relación de transformación. : 175/5 A
- Cantidad de núcleos : 3

#### Potencia realmente conectada:

- 1ª Núcleo: núcleo de protección  
Relé de protección : 1 VA
- 2ª Núcleo: núcleo de protección  
Relé de protección : 1 VA
- 3ª Núcleo: núcleo de medición  
Medidor multifunción : 1 VA

#### Potencia consumida en los 03 secundarios:

$$R = \rho \frac{L}{S} \dots\dots\dots (4.9)$$

Donde:

- R : Impedancia del conductor
- $\rho$  : Resistividad del cobre (  $\frac{1}{57} \Omega \cdot mm^2 / m$  )
- L : Longitud del conductor (30 m )
- S : Sección del conductor (6 mm<sup>2</sup> )

Obtenemos lo siguiente:

$$R = \frac{1}{57} \times \frac{30}{6} = 0.0877 \Omega$$

Obteniendo una potencia consumida de:

$$P = 0.0877 \times 5^2 = 2.19 \text{ VA}$$

La potencia necesaria para el transformador de corriente resulta de sumar los consumos de potencia:

$$\text{Pot. Necesaria: } 2.19 \text{ VA} + 1 \text{ VA} = 3.19 \text{ VA}$$

Por lo que se adopta un núcleo de medición de 10 VA y 0.2 de clase de precisión

Factor de sobrecarga:

$$r = \frac{I_p}{I_s} = \frac{175}{5} = 35$$

Intensidad máxima en el secundario, en caso de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{1500}{35} = 42.85 \text{ A}$$

Factor de sobrecarga

$$I_s = \frac{I_{s \max}}{I_{s \text{ nom}}} = \frac{42.85}{5} = 8.57 < 20 \quad \dots\dots\dots (4.10)$$

Por lo que se adopta un núcleo de protección de 10 VA, 5P20

**Línea de alimentación a barras:**

- Máxima intensidad nominal.	:	227 A
- Máxima intensidad de cortocircuito.	:	1500 A
- Relación de transformación.	:	250/5 A
- Cantidad de núcleos	:	3

**Potencia realmente conectada:**

1ª Núcleo:	núcleo de protección	
	Relé de protección	: 1 VA
2ª Núcleo:	núcleo de protección	
	Relé de protección	: 1 VA
3ª Núcleo:	núcleo de medición	
	Medidor multifunción	: 2 VA

Potencia consumida en los 03 secundarios:

$$R = \frac{1}{57} \times \frac{30}{6} = 0.0877\Omega$$

Obteniendo una potencia consumida de:

$$P=0.0877 \times 5^2 = 2.19 \text{ VA}$$

La potencia necesaria para el transformador de corriente resulta de sumar los consumos de potencia:

$$\text{Pot. Necesaria: } 2.19 \text{ VA} + 2 \text{ VA} = 4.19 \text{ VA}$$

Por lo que se adopta un núcleo de medición de 10 VA y 0.2 de clase de precisión

Factor de sobrecarga:

$$r = \frac{I_p}{I_s} = \frac{250}{5} = 50$$

Intensidad máxima en el secundario, en caso de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{1500}{50} = 30 \text{ A}$$

Factor de sobrecarga

$$I'_s = \frac{I_s \max}{I_s \text{ nom}} = \frac{30}{5} = 6 < 20$$

Por lo que se adopta un núcleo de protección de 10 VA, 5P20

Cuadro de Resumen:

Tabla 4.5 - Calculo de parámetros de transformadores de Corriente.

<b>Equipo</b>	<b>Tensión kV</b>	<b>Relación</b>	<b>Clase Medición</b>	<b>Clase Protección</b>	<b>Nº núcleos</b>	<b>Potencia VA</b>
TR60	60	175/5	0.2	5P20	3	10
TR23	22.9	250/5	0.2	5P20	3	10

## 4.8.2 Transformador de Tensión

### Línea de llegada se tiendes:

- Conexión del secundario. : estrella
- Relación de transformación. :  $60/\sqrt{3}/0.10/\sqrt{3}/0.10/\sqrt{3}$
- Cantidad de núcleos : 2

### Potencia realmente conectada:

- 1ª Núcleo: núcleo de medición
  - Medidor Multifunción : 1 VA
- 2ª Núcleo: núcleo de protección
  - Relé de protección : 1 VA

### Potencia consumida en los 02 secundarios:

La potencia necesaria para el transformador de tensión será:

Pot. Necesaria: 1VA

Por lo que se adopta un núcleo de medición de 10 VA y 0.2 de clase de precisión y un núcleo de protección de 10 VA y 5P de clase de precisión

### Sección del conductor:

La sección del conductor esta dada por la siguiente expresión

$$S = \rho \times \frac{L}{V} \times I \dots\dots\dots(4.11)$$

Donde:

- V : Caída de tensión admisible ( 0.1V )
- $\rho$  : Resistividad del cobre (  $\frac{1}{57} \Omega \cdot mm^2 / m$  )
- L : Longitud del conductor ( 50 m )
- S : Sección del conductor, en  $mm^2$
- I : Intensidad (  $1 VA/100/\sqrt{3} = 0.34$  )

Obtenemos una sección de:

$$S = \rho \times \frac{L}{V} \times I = \frac{1}{57} \times \frac{50}{0.1} \times 0.0173 = 0.151 \text{ mm}^2$$

Se elige una sección de  $4 \text{ mm}^2$

**Embarrado 22.9 kV:**

- Conexión del secundario. : estrella
- Relación de transformación. :  $22.9/\sqrt{3}/0.10/\sqrt{3}$
- Cantidad de núcleos : 1

**Potencia realmente conectada:**

1ª Núcleo: núcleo de medición

Medidores Multifunción : 4 VA

**Potencia consumida en los 02 secundarios:**

La potencia necesaria para el transformador de tensión será:

Pot. Necesaria: 4VA

Por lo que se adopta un núcleo de medición de 10 VA y 0.2 de clase de precisión

**Sección del conductor:**

La sección del conductor esta dada por la siguiente expresión

$$S = \rho \times \frac{L}{V} \times I \dots\dots\dots(4.12)$$

Donde:

- V : Caída de tensión admisible ( 0.1V )
- $\rho$  : Resistividad del cobre (  $\frac{1}{57} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$  )
- L : Longitud del conductor ( 50 m )
- S : Sección del conductor, en  $\text{mm}^2$
- I : Intensidad (  $4 \text{ VA} / 100 / \sqrt{3} = 0.0692 \text{ A}$  )

Obtenemos una sección de:

$$S = \rho \times \frac{L}{V} \times I = \frac{1}{57} \times \frac{50}{0.1} \times 0.0692 = 0.607 \text{ mm}^2$$

Se elige una sección de  $4 \text{ mm}^2$

Cuadro de Resumen:

Tabla 4.6 - Cálculo de parámetros de transformadores de Tensión

Equipo	Relación	Clase Medición	Clase Protección	Nº núcleos	Potencia VA
TT60	$60/\sqrt{3} / 0.1 \sqrt{3} / 0.1 \sqrt{3}$	0.2	5P	2	10
TT23	$22.9/\sqrt{3} / 0.1 \sqrt{3}$	0.2	-----	1	10

**4.9 Cálculo de cadena de aisladores****4.9.1 Aisladores en el nivel de 60 kV**

Los aisladores se ven reflejado en su distancia de fuga y el numero de elementos que conforman la cadena. En las normas ANSI C29.2 e IEC 60305 se establecen las características para estos aisladores

**Distancia de Fuga**

La norma IEC 60815 se refiere a la selección de los aisladores para trabajos bajo condiciones de contaminación

De acuerdo con la recomendación mencionada se definen 04 niveles de contaminación y para cada nivel de contaminación se especifica la correspondiente distancia de fuga mínima nominal en mm/kV ( fase-fase ), tal como se presenta en la tabla :

Tabla 4.7 - Distancia Nominal de fuga específica mínima

Nivel de contaminación	Distancia nominal de fuga ( mm/kV )
Ligero	16
Medio	20
Pesado	25
Muy pesado	31

La distancia de fuga mínima nominal de un aislador situado entre fase tierra se determina de acuerdo con el nivel de contaminación por la siguiente relación:

$$D_{f \text{ min}} = K_f \times U_m \times K_d, \text{ mm} \dots\dots (4.13)$$

Donde:

$D_{f\ min}$  : Distancia de fuga mínima nominal, mm

$K_f$  : Distancia de fuga específica mínima, de la tabla 4.6

$U_m$  : Tensión mas elevada del material, valor fase-fase, kV

$K_d$  : Factor de corrección debido al diámetro,  $D_m$

$$K_d = \begin{cases} 1.0 & \text{si} & D_m < 300mm \\ 1.1 & \text{si} & 300mm < D_m < 500mm \\ 1.2 & \text{si} & D_m > 500mm \end{cases}$$

Características dimensionales del aislador estándar S52-5 para línea de 22.9kV a 220kV

- Diámetro : 254mm
- Altura : 146mm
- Línea de fuga : 292mm
- Peso neto : 3.72 kg

Calculando:

$$D_{f\ min} = 16 \times 72.5 \times 1.0 = 1160mm$$

### Cantidad de aisladores de una cadena

La distancia de fuga es el factor que determina el número mínimo de unidades de una cadena de aisladores, mediante la siguiente expresión.

$$N = 1.15 \times \frac{D_{f\ min}}{d_f} \dots\dots\dots (4.14)$$

Donde:

$D_{f\ min}$  : Distancia de fuga requerida mínima, mm

$d_f$  : Distancia de fuga de una unidad, mm

$N$  : Numero de unidades de una cadena

Calculando:

$$N = 1.15 \times \frac{1160}{292} = 4.568 \equiv 5$$



#### 4.9.2 Aisladores en el nivel de 22.9 kV

Para determinar las condiciones mínimas que deben cumplir los aisladores de suspensión 22.9kV; se sigue el mismo procedimiento de calculo utilizado para los aisladores en 60kV. La tabla que se muestra a continuación resume los valores obtenidos en los cálculos respectivos:

$$D_{l, \text{mm}} = 16 \times 36 \times 1.0 = 576 \text{mm}$$

$$N = 1.15 \times \frac{576}{292} = 2.268 \approx 3$$

Cuadro de resumen:

Tabla 4.8 – Calculo para cadena de aisladores

<b>Equipo</b>	<b>Línea de fuga mm</b>	<b>Nº Aisladores</b>
Aislador 60 kV	1160	5
Aislador 22.9kV	576	3

## CAPITULO V CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE DISTANCIA DE SEGURIDAD

### 5.1 Generalidades

Se entiende como distancia mínima de seguridad aquellos espacios que se deben conservar en las subestaciones para que el personal pueda circular y efectuar maniobras sin que exista riesgo para sus vidas. Las distancias de seguridad a través de aire están compuestas por dos términos: el primero es la distancia mínima de fase a tierra, correspondiente al nivel de aislamiento al impulso de la zona. El segundo término se suma al anterior y dependen de la talla media de los operadores. Las distancias mínimas de seguridad se expresara a partir de la tensión critica de flameo

### 5.2 Tensión crítica de flameo (TCF)

Es la tensión obtenida en forma experimental que presenta una probabilidad de flameo del 50%.

En las normas se calcula el valor de TCF a partir del nivel básico de impulso, BIL, a nivel del mar:

$$TCF = \left( \frac{BIL}{0.961} \right) ; \text{kV} \dots\dots\dots (5.1)$$

### 5.3 Distancias mínimas de fase a tierra y de fase a fase

La distancia en aire de fase a tierra y de fase a fase deben garantizar una probabilidad de flameo tan baja, desde el punto de vista de los criterios adoptados

$$d_{..} = \left( \frac{TCF}{k3} \right) ; \text{m} \dots\dots\dots (5.2)$$

*K3* : Factor de Gap (Configuración conductor estructura)

$$d_{F-F} = 2xd_{F-T}; \text{ m} \dots\dots\dots (5.3)$$

Reemplazando los datos en las fórmulas (5.1), (5.2), (5.3) tenemos los cálculos en el siguiente cuadro:

Tabla 5.1 –Distancias mínimas y tensión critica de flameo

Distancias Mínimas	Nivel de Aislamiento	K3 ( kV/m )	Tensión Crítica de Flameo ( kV )	Distancia Fase tierra ( m )	Distancia Fase – Fase ( m )
Nivel 22.9 kV	170	550	176.89	0.32	0.64
Nivel 60.0 kV	325	550	338.18	0.61	1.22

#### 5.4 Altura mínima de la barra flexible sobre el nivel del suelo

La altura mínima de los sistemas de barra en el punto medio del vano se calcula de la siguiente manera:

$$H = 5.0 + 0.0125 \text{ kV}; \text{ m} \dots\dots\dots (5.4)$$

Donde:

kV: Tensión Máxima de diseño entre fases

Reemplazando los datos en la formula (5.4) tenemos el calculo en el siguiente cuadro

Tabla 5.2 – Altura mínimas de barra flexible

Conductor	Tensión Máxima ( kV )	Altura ( m )
A	36	5.45
B	72.5	5.91

#### 5.5 Altura mínima de los equipos sobre el nivel del suelo

La altura de las partes con tensión de los equipos de patio de llaves y la conexiones entres estos equipos, no debe ser inferior en ningún caso a 3.0m; se calcula de la siguiente manera:

$$H = 2.25 + 0.0105 \text{ kV}; \text{ m} \dots\dots\dots(5.5)$$

Donde:

kV : Tensión Máxima de diseño entre fases

Reemplazando los datos en la fórmula (5.5) tenemos el cálculo en el siguiente cuadro

Tabla 5.3 – Altura mínimas de equipos sobre el suelo

Niveles	Tensión Máxima ( kV )	Altura (m)
<b>A</b>	36	2.62
<b>B</b>	72.5	3.01

### 5.6 Distancia entre conductores flexibles

Debe ser tal que no hay riesgo alguno de cortocircuito ni entre fase , ni a tierra; teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debido al viento, se calculara de la siguiente manera :

$$D = k \sqrt{F + L} + \frac{U}{150} ; m \dots \dots \dots (5.6)$$

Donde:

k : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento

F : Flecha máxima en metros

L : Longitud en metros de la cadena de suspensión

U : Tensión nominal de la línea en kV

#### Cálculos:

Se escoge como coeficiente K=0.7 el valor mas desfavorable, que corresponde a un ángulo de oscilación superior a 65°

Reemplazando los datos en la formula (5.6) tenemos el cálculo en el siguiente cuadro

Tabla 5.4 – Distancia mínima entre conductores flexibles

Conductor	Coeficiente de Oscilación K	Flecha Máxima (m)	Cadena de Suspensión (m)	Tensión Nominal (kV)	Distancia minina (m)
<b>Barras 22.9kV</b>	0.7	0.19	0.7	22.9	<b>0.81</b>
<b>Línea 60kV</b>	0.7	0.74	1.2	60	<b>1.37</b>
<b>Línea 22.9 kV</b>	0.7	0.13	0.7	22.9	<b>0.79</b>

## 5.7 Distancias típicas entre equipos de patio

Tabla 5.5 – Distancia típica entre equipos de patio

Equipos (Entre equipos)		Distancia Típica(m)	
		22.9 kV	60 kV
1	Transformador de Instrumentación y Seccionador	2.0	2.0
2	Interruptor y Seccionador	2.0	2.0
3	Interruptor y Transformador de instrumentación	1.5	1.5
4	Pararrayos y Transformadores de instrumentación	1.5	1.5
5	Entre cualquier equipo y el cerco perimetral	3.7	3.7

## 5.8 Resumen de cálculos de las distancias mínimas de seguridad

Tabla 5.6 – Distancias mínimas de seguridad

Variables		Distancia (m)	
		22.9 kV	60 kV
1	Tensión crítica de flameo	176.84	338.18
2	Distancia fase a tierra	0.32	0.61
3	Distancia fase a fase	0.64	1.22
4	Altura mínima de la barra al nivel del suelo	5.28	5.75
5	Altura mínima del punto del equipo con tensión al nivel del suelo	2.49	2.88
6	Distancia entre conductores flexibles	0.81	1.37

## **CAPITULO VI CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES. Y BARRAS FLEXIBLES.**

### **6.1 Objetivo**

Proporcionar los cálculos de la capacidad mecánica de los conductores seleccionados para los sistemas de barras 60 kV y 22,9 kV de la Subestación Las Lomas, los cuales determinaran los diagramas de carga de los pórticos instalados en esta subestación.

### **6.2 Definiciones Básicas**

#### **6.2.1 Conductor**

Es el elemento de conexión entre equipos y en barras de la subestación. Se considera utilizar conductor de Aleación de Aluminio con los cuales pueden obtenerse condiciones mecánicas adecuadas para los vanos de instalación y esfuerzos electrodinámicos presentes en la subestación y apropiadas capacidades de transporte.

Para los cálculos realizados se tendrá en cuenta el cuadro de especificaciones técnicas del conductor de aluminio AAAC, Anexo F

### **6.3 Método de Calculo**

#### **6.3.1 Información Básica**

- Ubicación de las estructuras de ingreso, llegada en 60 kV, salidas de alimentadores en 22,9 kV respecto a la ubicación de los pórticos correspondientes.
- Publicaciones técnicas de los fabricantes (catálogos, planos) con la información necesaria para desarrollar la Ingeniería de Detalle de la conexión entre los equipos de la subestación.

Información de las características técnicas de los conductores y accesorios utilizados en la línea 60 kV y 22,9 kV, definidos en el Proyecto Definitivo de los siguientes materiales y/o accesorios que han sido definidos a utilizar :

- Ensamble de cadena de aisladores (polimérico).
- Ferrería de cadena de aisladores
- Ensamble de accesorios y ferreterías para cable de guarda
- Conectores

### **6.3.2 Criterios para el Cálculo Eléctrico**

El calibre para las barras de 60 KV es de 120 mm<sup>2</sup>; para el nivel de 22,9 kV es 240 mm<sup>2</sup>; el cual se ha seleccionado teniendo en cuenta la capacidad de transmisión, y que la temperatura máxima del conductor no exceda a la temperatura ambiente de diseño (24° C) en más de 20° C para condiciones normales y de 80° C para condiciones de emergencia. Otro aspecto tomado en cuenta, son las características físicas de los conectores suministrados conjuntamente con el equipo para el proyecto.

### **6.3.3 Criterios para el Cálculo Mecánico**

El cálculo mecánico de tensiones y flechas de los conductores se ha efectuado considerando la hipótesis de cambio de estado que a continuación se indican:

- a) Para las barras de la subestación, la flecha máxima permisible a la temperatura máxima, y sin considerar la acción del viento no debe exceder del 3% del Vano.
- b) Se ha considerado además todas las cargas verticales sobre el conductor, debido a las conexiones de los diferentes equipos a la barra.
- c) Influencia de los esfuerzos por cortocircuito.
- d) La influencia de los esfuerzos debidos a sismos.
- e) Ecuación de cambio de estado

$$t_2^2 [t_2 - K + \alpha E (\theta_2 - \theta_1)] = a^2 \omega^2 \frac{E}{24} m_2^2 \dots\dots (6.1)$$

$$K = t_1 - \left[ a^2 m^2 \omega^2 \frac{E}{24 t^2} \right] \dots\dots (6.2)$$

$$f_2 = \frac{a^2 \cdot \omega}{8 t_2} m_2 \dots\dots (6.3)$$

- $t_2$  = Esfuerzo en la condición 2 (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $t_1$  = Esfuerzo en la condición 1 (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\alpha$  = Coeficiente de dilatación térmica (°C<sup>-1</sup>)  
 $\theta_2$  = Temperatura en la condición 2 (°C)  
 $\theta_1$  = Temperatura en la condición 1 (°C)  
 $E$  = Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $m$  = Coeficiente de sobrecarga (Peso aparente/Peso cable)  
 Según la condición en (1) ó (2)  
 $\omega$  = Peso por metro y milímetro cuadrado sección  
 $f_2$  = Flecha en la condición 2 (m)  
 $a$  = Vano (m)

### 6.3.4 Hipótesis del Cálculo Mecánico

#### 6.3.4.1 Climatología, Hidrología, Datos Sísmicos

- Nivel Patio de Llaves N<1000 msnm
- Hipótesis Nro.1 Tensión Diaria (EDS)
  - Temperatura 24 °C
  - Presión del viento 0 Kg/m<sup>2</sup>
- Hipótesis Nro.2 Viento máximo.
  - Temperatura 10 °C
  - Presión del viento 38 Kg/m<sup>2</sup>



- Hipótesis Nro.3 Temperatura máxima.
  - Temperatura 40 °C (conductor)
  - Presión del viento 0 Kg/m<sup>2</sup>
- Riesgo Sísmico
  - Aceleración máxima horizontal 0.50 g
  - Aceleración máxima vertical 0.30 g
- Velocidad del Viento 75 km/h

### 6.3.5 Consideraciones

Para el cálculo de las flechas de los conductores se ha tomado en cuenta el efecto del peso de la cadena de aisladores y las derivaciones hacia los equipos, empleando la siguiente formula:

$$T = \frac{(Pc.Lc^2 - 4Pc.La^2)}{8.Y} + \frac{4.La.Pa}{8.Y} \dots\dots(6.4)$$

#### Donde:

- T : Tensión horizontal mínima en el conductor para una flecha máxima Y en (daN)
- Pc : Carga uniforme equivalente en el conductor (daN)
- Pa : Peso de la cadena de aisladores (daN)
- Lc : Longitud horizontal del conductor - vano- (m)
- La : Longitud horizontal de la cadena de aisladores (m)
- Y : Flecha total (m)

Cuando los vanos son muy cortos (aproximadamente menores de 30m), se presentan tensiones muy altas de los conductores sobre las estructuras, entonces para estas condiciones se recomienda adoptar valores para la flecha máxima entre 3% a 4,5%. Esta última condición debe considerar el efecto de la tensión provocada por el conductor y la combinación conductor / aisladores.

Para la evaluación de la carga uniforme equivalente ( $P_c$ ), se han combinado las fuerzas horizontales y verticales que existen sobre los conductores, bajo la siguiente forma:

$$(P_c)^2 = (W + W_{ad} + F_{sv})^2 + (F_{sh} + F_v + F_{cc})^2 \dots\dots(6.5)$$

**Donde:**

W	Peso del conductor (daN/m)
W <sub>ad</sub>	Peso distribuido equivalente producido en las derivaciones (daN/m)
F <sub>v</sub>	Fuerza del viento por unidad de longitud (daN/m)
F <sub>cc</sub>	Fuerza producida por efecto de la corriente de cortocircuito simétrica (daN/m). Se calcula con:
F <sub>sv</sub>	Fuerza sísmica vertical (daN/m)
F <sub>sh</sub>	Fuerza sísmica horizontal (daN/m)

Para el cálculo mecánico del conductor, se parte de una hipótesis de referencia en la que el tiro de templado se determina en condiciones sin viento, sin hielo, sin cortocircuito y con una temperatura ambiente del conductor correspondiente a la temperatura ambiente de la zona en donde se encuentra ubicada la Subestación.

**Fuerza de viento sobre el conductor (F<sub>vc</sub>)**

$$F_{vc} = 0,097 \cdot P_o \cdot d \text{ (daN/m)} \dots\dots(6.7)$$

$$P_o = 0,0545 \cdot v^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \dots\dots (6.8)$$

**Donde:**

- P<sub>o</sub> = Presión dinámica del viento.
- v = Velocidad del viento (km/hr)
- d = Diámetro del conductor (m)

Fuerza del viento sobre la cadena de aisladores (Fva)

$$Fva = 0,0114 \cdot Po \cdot D \cdot l \text{ (daN)} \quad \dots\dots(6.9)$$

Donde:

D = Diámetro del aislador (m)

l = Longitud de la cadena (m)

Fuerza de sismo

$$Fsh = 0,50 \cdot w \text{ (daN/m)} \quad \dots\dots(6.10)$$

$$Fsv = 0,30 \cdot w \text{ (daN/m)} \quad \dots\dots(6.11)$$

Fuerza por efecto de cortocircuito (Fcc)

$$Fcc = 0,01650 \times I_{cc}^2 / s \text{ (daN/m)} \quad \dots\dots(6.12)$$

Donde:

I<sub>cc</sub> = Intensidad de corriente de cortocircuito (kA).

S = Separación entre fases (m)

Fuerza debido a las derivaciones en barras.

Para el calculo de esta carga uniforme que tiene en cuenta a las cargas suspendidas P<sub>i</sub> ( figura 6.1) debidas a cables que bajan a los equipos, esta carga se asimila a una viga simplemente apoyada con cargas concentradas (figura 6.2), obteniendo el momento máximo (M) y con este la carga uniforme equivalente mediante la siguiente expresión:

$$Fdv = \frac{8 \times M}{L_c^2} \text{ (kg/m)} \quad \dots\dots(6.18)$$

Donde:

L<sub>c</sub> = Distancia entre apoyos.

Un cable Tensionado en ambos extremos puede asimilarse a una viga simplemente apoyada como se indica en la figura 6.3

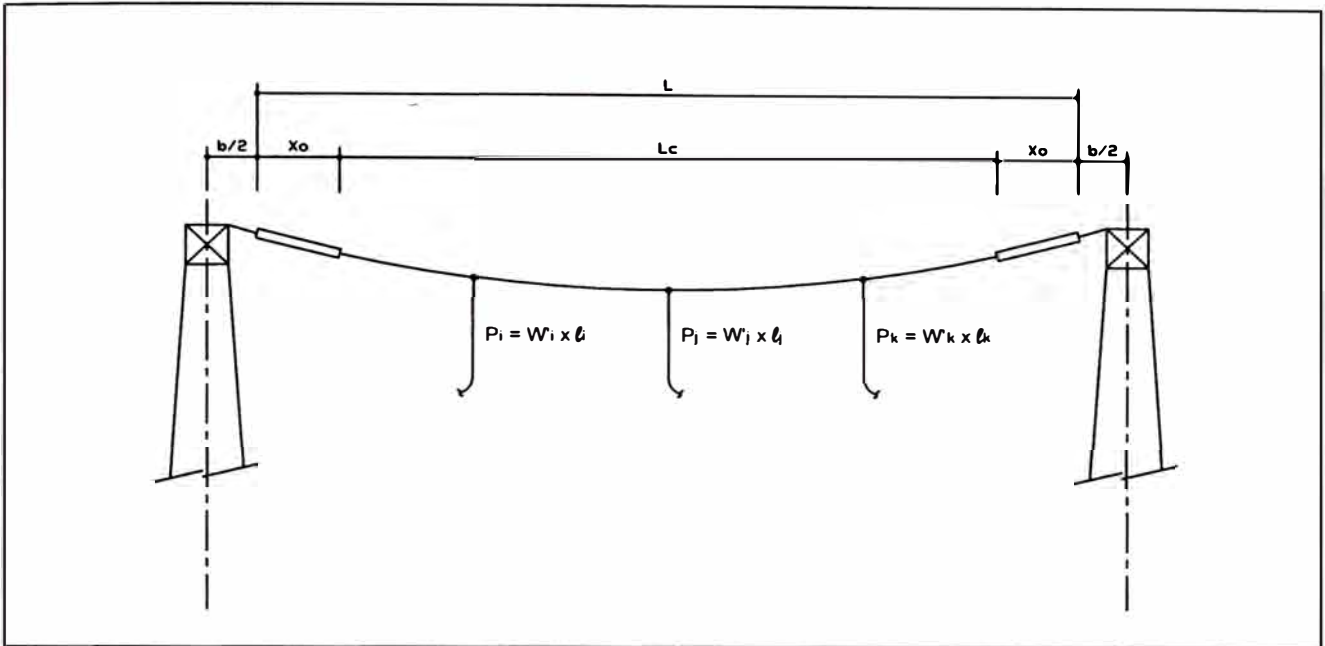


Figura 6.1 Conductor con cargas suspendidas

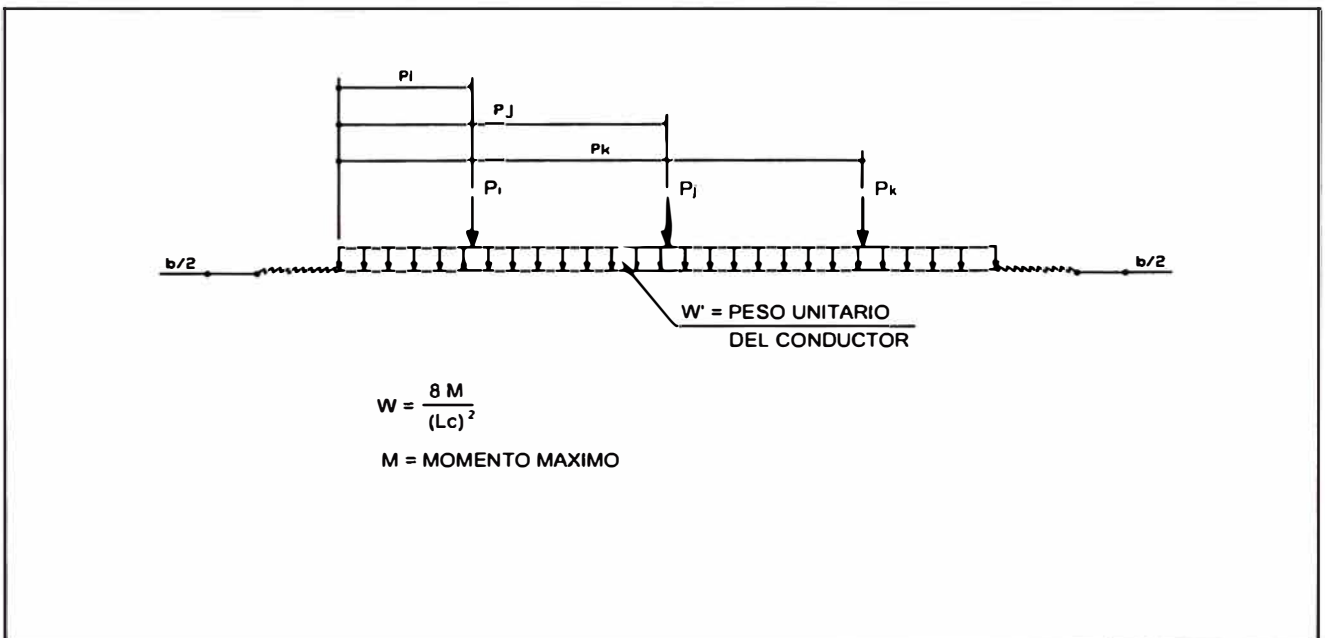


Figura 6.2 Viga apoyada con cargas concentradas

Calculando momentos en B, puede hallarse la reacción  $R_A$  en el apoyo A. Partiendo de esto puede dibujarse dicho diagrama de fuerzas tal como la Figura 6.3

### 6.3.6 Tracción en conductores por efecto de Cortocircuito.

Se expresa de la siguiente manera.

$$Z_1 = Z_0 \cdot (1 + \varphi \cdot \psi) \text{ (N)} \quad \dots\dots (6.13)$$

Siendo:

$$\varphi = \left[ \sqrt{1 + (F / g_n \cdot w)^2} - 1 \right] \quad \dots\dots (6.14)$$

$\psi$  = Factor de reacción del vano (depende del modulo de vano), para lo cual se determina el valor de  $\xi$  e ingresar a la Curva de la figura 6.4, siendo:

$$\xi = \frac{(g_n \cdot w \cdot l)^2}{24 \cdot Z_0^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{S \cdot Lc} + \frac{1}{E \cdot A}} \quad \dots\dots (6.15)$$

Donde:

$w$  = Peso cable por unidad de longitud sin sobrecarga.

$g_n$  = Aceleración de la gravedad 9,81 m/s<sup>2</sup>

$E$  = Modulo de Elasticidad (N/mm<sup>2</sup>)

$A$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$S$  = Modulo elástico de sujeción del conductor (75000 N/mm)

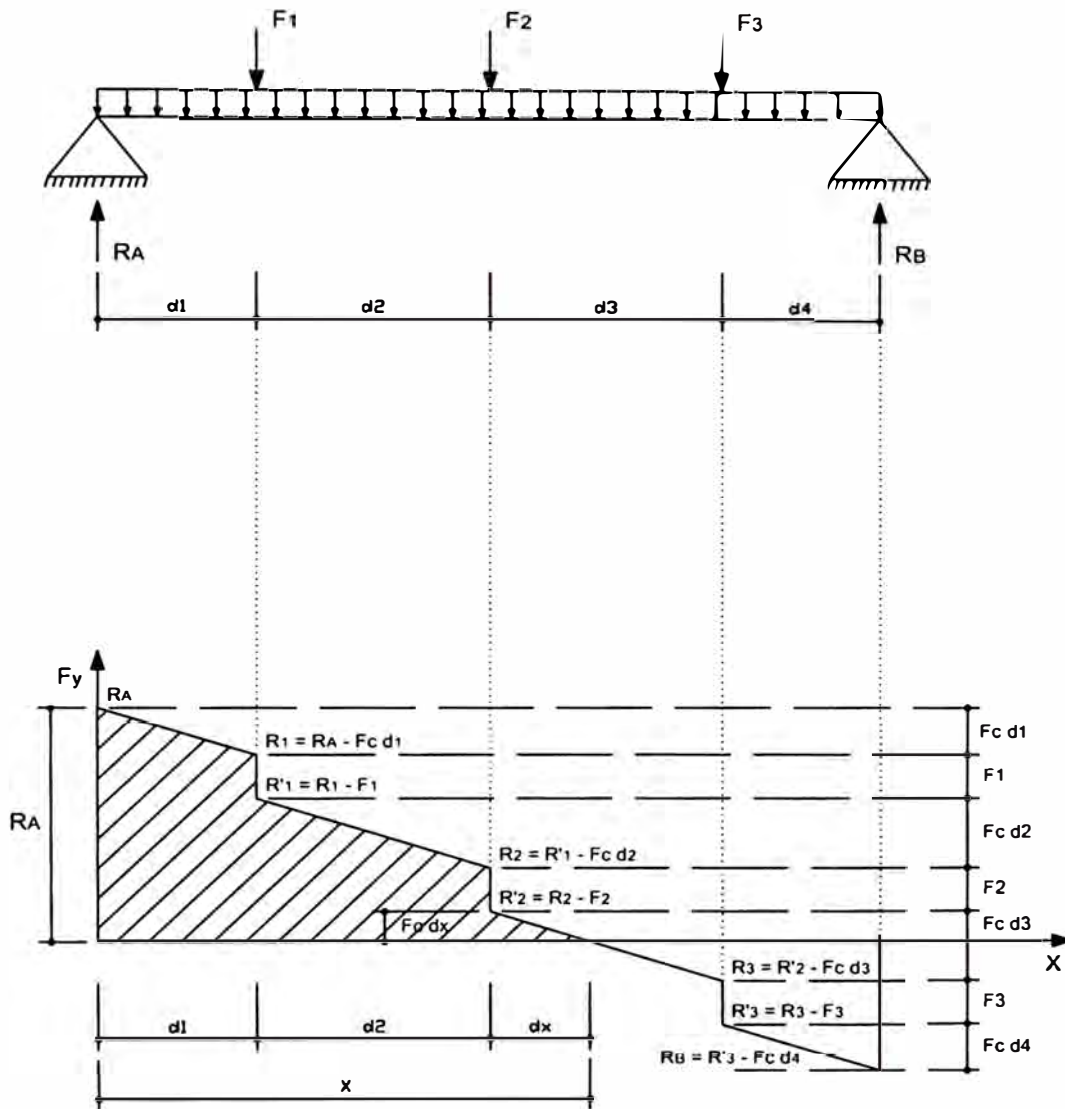
$Lc$  = Distancia entre apoyos.

## 6.4 Efecto Corona

Este efecto es debido a la ionización del aire en las zonas próximas a los conductores de las líneas aéreas cuando existe un gradiente de potencial elevado.

Los factores influyentes son los siguientes:

- Disposición de conductores
- Naturaleza de la superficie del conductor
- Condiciones atmosféricas



MOMENTO MAXIMO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADA

Figura 6.3 Diagrama de fuerzas

DEMEIONAMIENTO DE CONDUCTORS EN FUNCION A LA RESISTENCIA MECANICA AL CORTOCIRCUITO

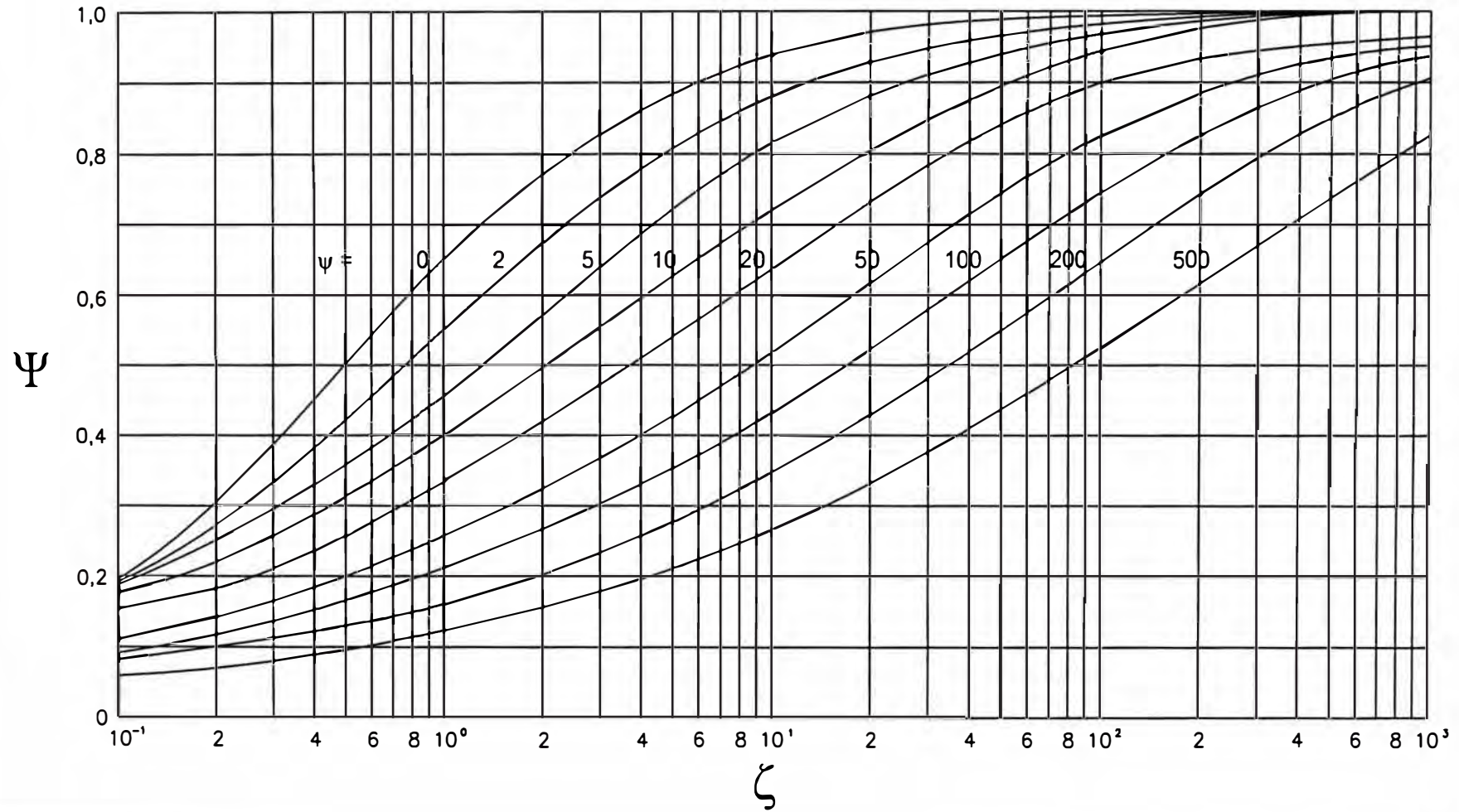


Figura 6.4 - Factor de reaccion del vano en funcion del modulo del vano parametro

- Tensión
- Frecuencia

#### 6.4.1 Tensión crítica disruptiva

Utilizando la fórmula empírica de Peek, encontraremos la tensión crítica disruptiva

$$U_{c.} = 36.497 \times \partial \times r_{com} \times N \times M_c \times M_t \times \ln \left( \frac{DMG}{r_{eq}} \right) \text{ kV} \dots\dots (6.16)$$

Donde:

- $\partial$  = factor de corrección por densidad de aire
- $r_{com}$  = radio del conductor
- $n$  = número de conductores por fase
- $M_c$  = factor de corrección por clima lluvioso o seco
- $M_t$  = coeficiente de superficie del conductor
- $DMG$  = distancia media geométrica, cm
- $r_{eq}$  = radio equivalente

Cada uno de los parámetros se calcula de la siguiente manera:

#### Factor corrector de densidad del aire

$$\partial = \frac{3.92 \times P}{273 + T} \dots\dots (6.17)$$

Donde:

- $\partial$  = factor de corrección por densidad de aire
- $P$  = presión del aire, en cmHg
- $T$  = temperatura, en C°

La presión del aire se calcula de la siguiente manera:

$$P = 10^{\left( \log 76 - \frac{h}{18336} \right)} \dots\dots (6.18)$$

Donde:

- $h$  = Altura sobre el nivel del mar, en m



**Factor corrector por clima**

Este coeficiente corrector modifica al tensión disruptiva según sea el clima que haya en la zona a estudiar

$m_r = 1$  en caso de tiempo seco

$m_r = 0.8$  en caso de tiempo lluvioso

**Coefficiente de superficie del conductor**

Este depende del estado de polución de la superficie como el estado del conductor

$m_c = 1$  , para hilos con superficie lisa y neta

$0.93 < m_c < 0.98$  , para hilo con superficie oxidada o rugosa

$0.83 < m_c < 0.87$  , para cables con superficie oxidada o rugosa

**Distancia media geométrica**

Según su disposición:

$$DMG = \sqrt[3]{d_{ab} \times d_{bc} \times d_{ca}} \dots\dots (6.19)$$

Para comprobar que el cable no sufra el efecto corona se debe cumplir lo siguiente:

$$U_c > U_{MAX}$$

**6.5 Capacidad Térmica de Corriente en conductores aéreos**

Para la determinación de la capacidad de corriente de los conductores de una subestación deben tenerse en cuenta los siguientes factores: corriente de carga, temperatura ambiente, velocidad del viento y radiación solar. El efecto térmico de las corrientes de corto circuito difícilmente impactara en los conductores debido a la corta duración del fenómeno. La determinación de la temperatura límite de los conductores se hace necesaria para garantizar que:

No excederá la temperatura límite de diseño de los cables, establecida de acuerdo con las normas internacionales (70C° para conductores de cobre y 80C° para conductores de aluminio de acuerdo con la norma DIN 48201)

Las flechas de los conductores en condiciones de máxima temperatura permanecerá dentro de los límites sin disminuir las distancias eléctricas entre fases o tierra, de tal manera que no produzcan flameos durante condiciones de viento o cortocircuito

En equilibrio térmico las pérdidas por calor en el conductor y la cantidad de calor suministrada por radiación solar deben compensarse por convección y radiación de calor al área que rodea el conductor:

$$I^2 R + P_{SO} = P_K + P_S \dots\dots (6.20)$$

En donde:

R : Resistencia de corriente alterna efectiva, a la correspondiente temperatura limite, ohm/m

P<sub>k</sub> : Cantidad de calor emitido por convección

P<sub>S</sub> : Cantidad de calor emitido por radiación

Estos parámetros pueden expresarse de la siguiente manera:

$$P_K = C_1(V \times D)^{C_2}(T_1 + T_a), \text{ W/m} \dots\dots (6.21)$$

En donde:

V: Velocidad del viento, m/s

D: Diámetro del conductor, m

T<sub>1</sub>: Temperatura limite del conductor, K

C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> constante según conductor:

- Cables: C<sub>1</sub> = 8.55 y C<sub>2</sub> = 0.448
- Tubos: C<sub>1</sub> = 11.24 y C<sub>2</sub> = 0.462

T<sub>a</sub> : Temperatura ambiente, K

$$P_S = \sigma \times \varepsilon \times \pi \times D(T_c^4 - T_a^4), \text{ W/m} \dots\dots (6.22)$$

En donde:

σ : Constante de radiación = 5.75 x 10<sup>-8</sup>/ m<sup>2</sup> x K<sup>4</sup>

ε : Grado de emisión que depende de la superficie del conductor

Los siguientes valores se recomiendan para el coeficiente de emisión:

	Cobre	Aluminio
- Conductores nuevo	0.2 – 0.3	0.15 – 0.25
- Conductores instalados hace varios años	0.6 – 0.7	0.5 – 0.6

En áreas industriales con contaminación fuerte se recomienda considerar un valor para  $\epsilon$  de 0.95

La posición del sol y el grado de absorción de la radiación de calor por la atmósfera, que puede cambiar dependiendo de su contenido de dióxido de carbono, vapor de agua y partículas de polvo, son los factores que determinan el calentamiento de los conductores debido a la radiación absorbida del sol que puede expresarse de la siguiente manera:

$$P_{SO} = A_S \times I_S \times D, \text{ W/m} \dots\dots (6.23)$$

En donde:

$A_S$  : coeficiente de absorción de calor = 0.8

$I_S$  : Intensidad de la radiación solar la cual depende de la altitud. Puede asumirse 1000 W/m<sup>2</sup> para atmósfera limpia y 770 W/m<sup>2</sup> para atmósfera contaminada

Reemplazando en las ecuaciones (6.21), (6.22) y (6.23) en (6.20) tenemos:

$$I = (C_1(VxD)^{1.2} (T_1 - T_u) + 18.1 \times 10^{-8} \times \epsilon \times D \times (T_c^4 - T_u^4) - 0.8 \times I_S \times D) / R^{0.5} \text{ A} \dots\dots (6.24)$$

## 6.6 Observaciones

El peso de los equipos, que se instalan en las vigas de los pórticos, como transformadores de tensión 60 kV, Pararrayos, etc en los niveles de 60kV y 22,9 kV, se ha considerado de acuerdo a la información técnica de los mismos.

Respecto a las Trampas de Onda del sistema de comunicaciones, se ha considerado un peso de 2 444 N, el cual contempla los elementos y accesorios de fijación a los soportes. Así mismo, se considera la instalación a futuro de las Trampas de Onda en las 03 fases a la entrada del pórtico 60 kV.

## 6.7 Cálculos Justificativos

### 6.7.1 Capacidad Térmica de corriente admisible en conductores aéreos

Datos para calcular la selección del conductor

- Tensión nominal de llegada (Vn)	60kV
- Tensión nominal de salida (Vn)	22.9kV
- Tensión máxima de llegada (Vmax)	72.5kV
- Tensión máxima de salida (Vn)	36kV
- Constante de conductor:	
(C1)	8.55
(C2)	0.448
Temperatura en el conductor (K°):	
T1(limite)	353
Ta(ambiente)	283
Te(máxima)	326
- Velocidad del viento (V)	75km/h
- Altura de instalación (h)	600msnm
- Grado de emisión de calor (E)	0.5 (AAAC)
- Intensidad de radiación (Is)	800W/m <sup>2</sup>
	(Atmósfera limpia)
- Altura promedio de barras (H)	7m
- Distancia entre fases 60kV (a)	2m
- Distancia entre fases 22.9kV (a)	1.5m
- Diámetro del conductor:	
D(240mm <sup>2</sup> )	20mm
D(120mm <sup>2</sup> )	14.3mm
- Resistencia eléctrica del conductor (R):	
D(240mm <sup>2</sup> )	0.0002 ohm/m
D(120mm <sup>2</sup> )	0.0003 ohm/m

Reemplazando en la ecuación (6.24), tenemos:

Para D = 240 mm<sup>2</sup>

$$I = 1660.32 \text{ Amp}$$

Para  $D = 120 \text{ mm}^2$

$$I = 1113.87 \text{ Amp}$$

### 6.7.2 Tensión crítica disruptiva de Efecto Corona

Datos para calcular la tensión disruptiva

- Coeficiente de rugosidad (Mc)	0.85 (cable rugoso)
- Coeficiente de ambiente (Mt)	
Tiempo de lluvia	0.8
Tiempo seco	1
- Radio conductor (r)	
r(240mm <sup>2</sup> )	1cm
r(120mm <sup>2</sup> )	0.715cm
- Distancia entre fases (D)	
D(60kV)	2m
D(22.9kV)	1.5m
- Distancia media geométrica (DMG)	
DMG(60kV)	358cm
DMG(22.9kV)	150cm

Cálculo de la Tensión crítica disruptiva para efecto corona ( $V_c$ ):

Reemplazando en los datos en las ecuaciones (6.16), (6.17), (6.18) y (6.19) tenemos:

$$V_c = 147.71 > 72.5 \text{ kV (Tiempo lluvioso)}$$

$$V_c = 96.01 > 36 \text{ kV (Tiempo lluvioso)}$$

### 6.7.3 Cálculo de cargas en la Llegada 60 kV

Se realizara los cálculos para el esfuerzo máximo y flecha máxima, se realizara el cálculo de fuerza y disposición en pórtico según figura 6.6 y finalmente se realizara el diagrama de carga en pórtico según Figura 6.7

#### Datos generales

Tabla 6.1 Datos para la calculo de carga en 60 kV

Parámetros de Calculo – Conductor AAAC			
Trc = Tensión rotura del conductor	N	33.873,93	
S = Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120,00	
Pc = Peso conductor	daN/m	0,328635	
D = Diámetro del conductor	mm	14,3	
E = Modulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	58869,81	
$\alpha$ = Coeficiente dilatación térmica		0,000023	
L = Vano	m	37	
a = Separación entre fases	m	2	
V = Velocidad del Viento	km/hr	75	
Aislador	Diámetro	m	0,115
	Longitud	m	1,2
	Peso	N	58,86
Ik = Cte cortocircuito simétrica	kA	1,5	
T = Duración del cortocircuito	seg	0,2	
R = Resistencia eléctrica	ohm/km	0,275	
X = reactancia	ohm/km	0,4432	
R/X = Factor para pico de la Cte. Circuito		0,6206	
Facto k		1,1723	

**Evaluación de las cargas actuantes.**

- Cargas debido a los efectos de cortocircuito	$F_{cc}$ (daN/m)	0,0186
- Cargas debidas al viento		
	Coefficiente corrección altura (10 grad; 500 m)	0,5878
	$P_o$ = Presión dinámica debido veloc. Viento (N/m <sup>2</sup> )	405,03
- $F_{vc}$ = Efecto del viento sobre conductor	(daN/m)	0,4923
	Factor $G_c$ Aleac. Alum. Diam<30 mm	0,85
- $F_{va}$ = Efecto del viento sobre aislador	(daN)	0,5701
- Cargas debidas al sismo		
- $F_{sh}$ = Fuerza sismo horizontal	(daN/m)	0,1643
- $F_{sv}$ = Fuerza sismo vertical	(daN/m)	0,0986
- Cargas derivadas		
- $F_{dv}$ = Fuerza debido a las derivaciones	(daN/m)	0,4052
- Combinación de cargas	(daN)	
- $F_{c1}$ = Peso propio + carga viento		26,8304
- $F_{c2}$ = Peso propio + carga corto + carga viento + carga deriv.		36,6398
- $F_{c3}$ = Peso propio + carga corto + carga sísmica		17,1947

**Calculo de tensiones y flechas**

## a ) Datos generales

Sección de cable	mm <sup>2</sup>	120
Peso del conductor	daN/m	0,328635
Tensión de rotura del conductor	N	33.873,93
	- $F_{c1}$ =	26,8304
	- $F_{c2}$ =	36,6398
	- $F_{c3}$ =	17,1947
Vano máximo	m	37
Flecha máxima = 3% del vano	m	1,11
Tiro en condición de EDS (% Tr)	<b>2,70%</b>	914,60

## b ) Ecuación de cambio de estado

**Condiciones 1: Regulado EDS**

Esfuerzo en el cable	t1=	0,7769	kg/mm2
Peso aparente		12,3950	Kg.
Peso del cable		12,3950	Kg
m1 = Coefic sobrec		1,00	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
k =		-3,6427	
Temperatura		24,00	Grados
Cosδ		0,8222	
Flecha		0,61	m
Porcentaje de la flecha		1,66	%

**Condiciones 2: Máximo esfuerzo**

Peso aparente		37,3494	Kg
Peso del cable		12,3950	Kg
m2		3,0133	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
Temperatura		10,00	Grados
Coeficiente dilatación		0,000023	
Esfuerzo en el cable	t2=	<b>3,1064</b>	kg/mm2
Flecha		0,46	m
Porcentaje de la flecha		1,25	%

**Condiciones 3: Flecha máxima**

Peso aparente		0,34	Kg./m
Peso del cable		0,34	Kg./m
m2		1,00	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
Temperatura	0	40,00	Grados
Coeficiente dilatación		0,000023	
Esfuerzo en el cable	t3=	<b>0,6428</b>	kg/mm2
Flecha		0,74	m
Porcentaje de la flecha		2,01	%



### Calculo de reacciones en los soportes y carga debido a las derivaciones

Con la carga de la derivación:

$$F1 = 5.3033 \text{ Kg}$$

Se procede a realizar los cálculos según Figuras (6.1), (6.2) y (6.3) tenemos:

$$Fc1 = 11.89 \text{ Kg}$$

$$R1 = -5.48 \text{ Kg}$$

$$R1' = -10.784$$

$$RB = -11.2866 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = 61.8034 \text{ Kg.m}$$

$$L_c = 34.6 \text{ .m}$$

$$Ra = 6.45746 \text{ Kg}$$

Finalmente la carga equivalente uniforme (W) teniendo en cuenta el efecto de las cargas suspendidas:

$$Fdv = 0.4130004 \text{ kg/m}$$

$$Fdv = 0.4051534 \text{ daN/m.}$$

Diagrama de carga

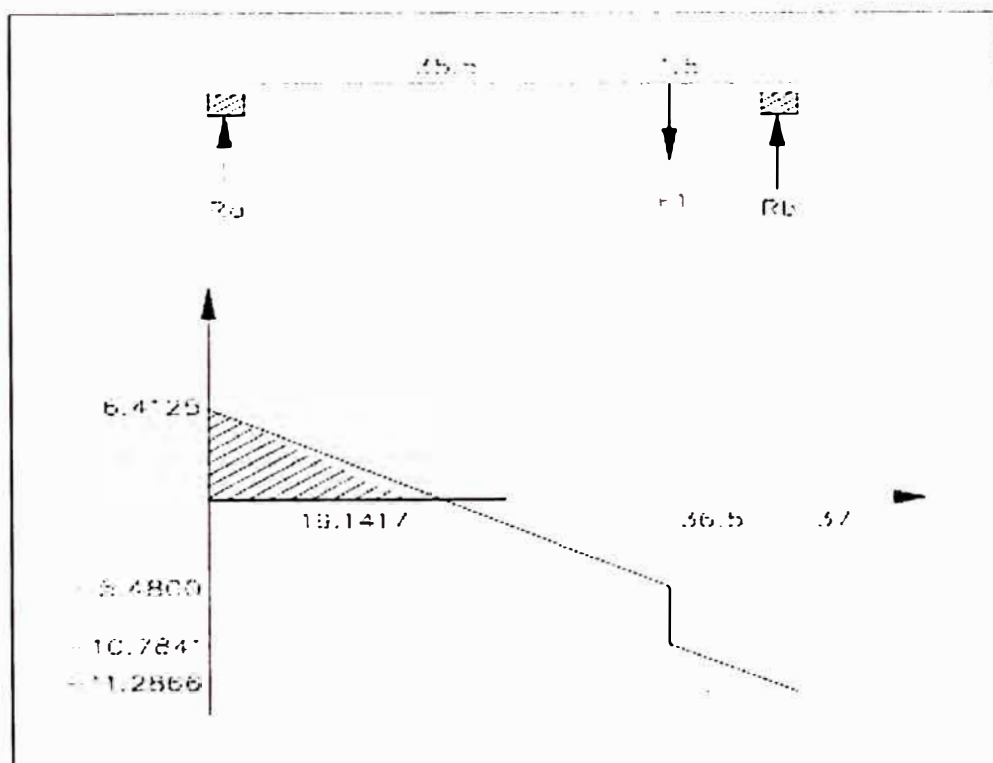


Figura 6.5 Diagrama de carga -Entrada 60 kV

### Tracción en conductores por efecto de Corto circuito

Tenemos que el esfuerzo máximo es:

$$Z_0 = 3656.8776 \text{ N}$$

Como datos tenemos:

$$I_{cc} = 1.5 \text{ KA}$$

$$g_n = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 0.335 \text{ kg/m}$$

$$a = 37 \text{ m}$$

$$l = 34.6 \text{ m}$$

$$E = 58869.81 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 120 \text{ mm}^2$$

$$S = 75000 \text{ N/mm}$$

$$F_{cc} = 0.0186 \text{ daN/mm}$$

Reemplazando en las ecuaciones (6.13), (6.14) y (6.15) tenemos:

$$\varphi = 0.000179$$

$$\xi = 0.077626$$

$$\psi = 0.1 \text{ ( De la Figura 6.4)}$$

$$Z_1 = 3656.946 \text{ N}$$

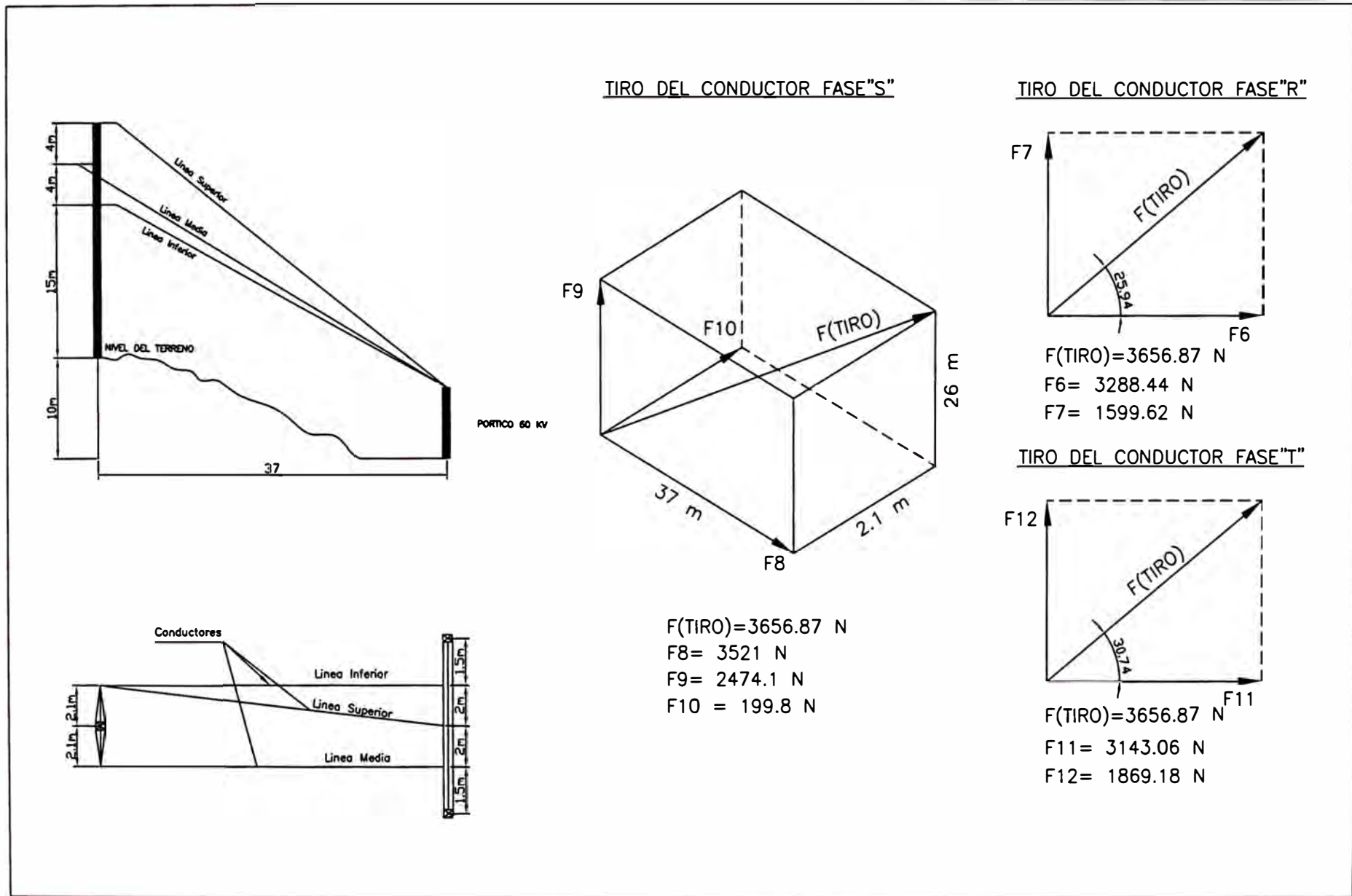


Figura 6.6 – Calculo de fuerzas y disposicion de conductores llegada portico 60KV

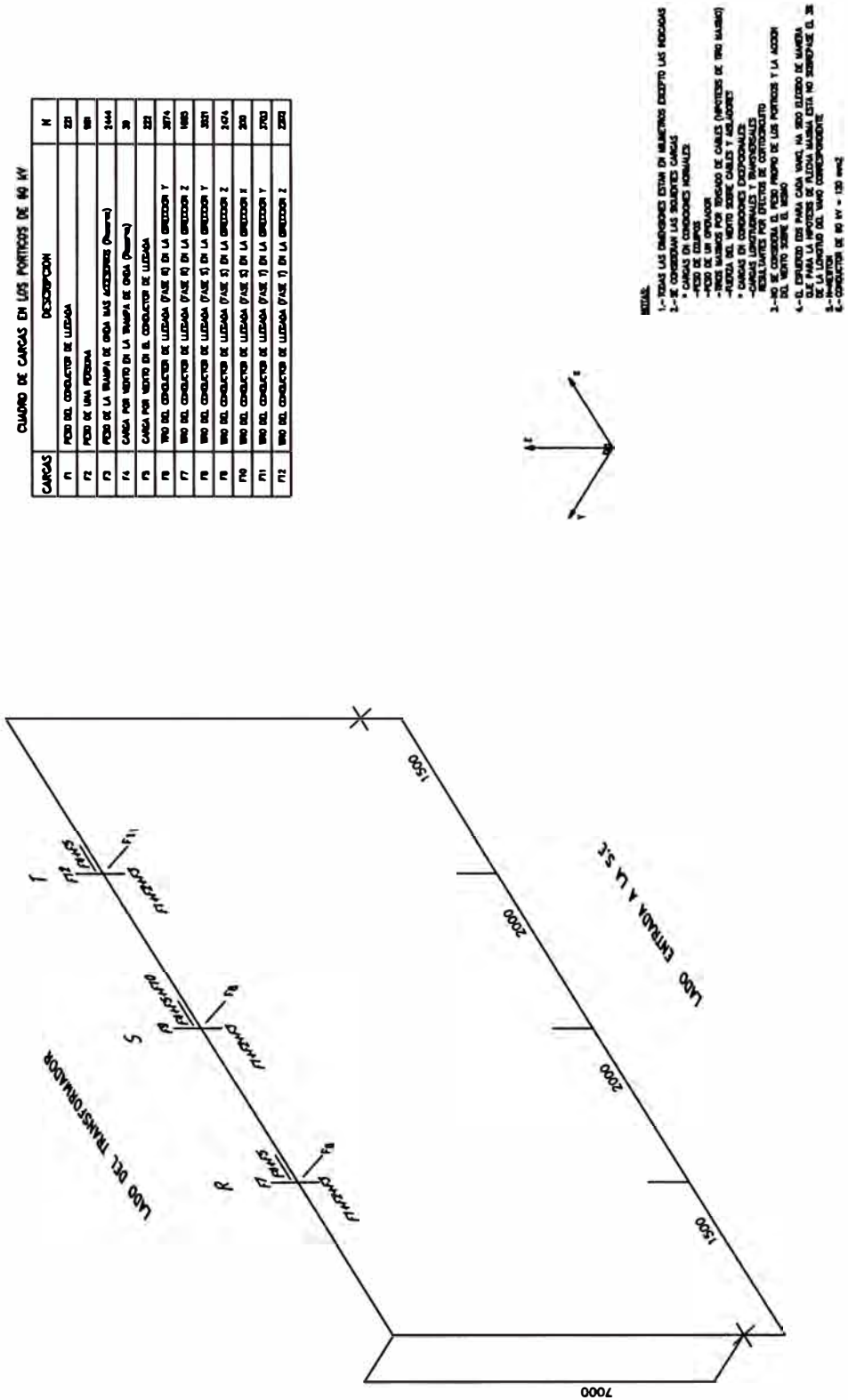


Figura 6.7 – Diagrama de carga – Porticos 60kV

#### 6.7.4 Cálculo de cargas en la Barras flexibles 22.9 kV

##### Datos generales

Se realizara los cálculos del esfuerzo máximo y flecha máxima, se realizara el cálculo de fuerza en cada conductor según figura 6.8

Tabla 6.2 Datos para la calculo de carga

Parámetros de Calculo – Conductor AAAC			
Trc = Tensión rotura del conductor	N	65.962,44	
S = Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	240,00	
Pc = Peso conductor	daN/m	0,63765	
D = Diámetro del conductor	mm	20	
E = Modulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	58869,81	
Alpha = Coeficiente dilatación térmica		0,000023	
L = Vano	m	7	
a = Separación entre fases	m	1,5	
V = Velocidad Viento	km/hr	75	
Aislador	Diámetro	m	0,1
	Longitud	m	0,7
	Peso	N	49,05
Ik = Cte cortocircuito simétrica	kA	1,5	
T = Duración del cortocircuito	seg	0,2	
Res = Resistencia eléctrica	ohm/km	0,142	
X = reactancia	ohm/km	0,3962	
R/X = Factor para pico de la Cte. Circuito		0,3584	
Factor K =		1,3544	

**Evaluación de las cargas actuantes.**

- Cargas debido a los efectos de cortocircuito	$F_{cc}$ (daN/m)	0,0248
- Cargas debidas al viento		
	Coeficiente corrección altura (10 grad; 500 m)	0,5878
	Po = Presión dinámica debido veloc. Viento (N/m <sup>2</sup> )	405,03
- Fvc = Efecto del viento sobre conductor	(daN/m)	0,6886
	Factor Gc Aleac. Alum. Diam<30 mm	0,85
- Fva = Efecto del viento sobre aislador	(daN)	0,2892
- Cargas debidas al sismo		
- Fsh = Fuerza sismo horizontal	(daN/m)	0,3188
- Fsv = Fuerza sismo vertical	(daN/m)	0,1913
- Cargas derivadas		
- Fdv = Fuerza debido a las derivaciones	(daN/m)	3,2309
- Combinación de cargas	(daN)	
- Fc1 = Peso propio + carga viento		6,7842
- Fc2 = Peso propio + carga corto + carga viento + carga deriv.		27,5899
- Fc3 = Peso propio + carga corto + carga sismica		6,2813

**Calculo de tensiones y flechas**

## a ) Datos generales

Sección de cable	mm <sup>2</sup>	240
Peso del conductor	daN/m	0,63765
Tensión de rotura del conductor	N	65.962,44
	-Fc1 =	6,7842
	-Fc2 =	27,5899
	-Fc3 =	6,2813
Vano máximo	m	7
Flecha máxima = 3% del vano		0,21
Tiro en condición de EDS (% Tr)	<b>1,8%</b>	1187,32

## b ) Ecuación de cambio de estado

**Condiciones 1: Regulado EDS**

Esfuerzo en el cable	t1=	0,5043	kg/mm2
Peso aparente		4,5500	Kg.
Peso del cable		4,55	Kg
	m1 = Coefic sobrec	1,00	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
k =		0,1509	
Temperatura		24,00	Grados
Cosδ		0	
Flecha		0,04	m
Porcentaje de la flecha		0,47	%

**Condiciones 2: Máximo esfuerzo**

Peso aparente		28,1243	Kg
Peso del cable		4,55	Kg
	m2	6.18	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
Temperatura		10,00	Grados
Coeficiente dilatación		0,000023	
Esfuerzo en el cable	t2=	<b>2,5912</b>	kg/mm2
Flecha		0,04	m
Porcentaje de la flecha		0,57	%

**Condiciones 3: Flecha máxima**

Peso aparente		4,55	Kg./m
Peso del cable		4,55	Kg./m
	m2	1,00	
w = peso/m/ mm2		0,0028	kg/m/mm2
E =		6001,00	Kg./mm2
Temperatura	0	40,00	Grados
Coeficiente dilatación		0,000023	
Esfuerzo en el cable	t3=	<b>0,1989</b>	kg/mm2
Flecha		0,08	m
Porcentaje de la flecha		1,19	%

### Calculo de reacciones en los soportes y carga debido a las derivaciones

Con la carga de la derivación :

$$F1 = 5.2000 \text{ Kg}$$

Se procede a realizar los cálculos según Figuras (6.1), (6.2) y (6.3) tenemos:

$$F_{c1} = 2.015 \text{ Kg}$$

$$R1 = 3.1571 \text{ Kg}$$

$$R1' = -2.015 \text{ kg}$$

$$R_B = -4.55 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = 12.9103 \text{ Kg.m}$$

$$L_c = 5.6 \text{ m}$$

$$R_a = 5.1721 \text{ Kg}$$

Finalmente la carga equivalente uniforme (W) teniendo en cuenta el efecto de las cargas suspendidas:

$$F_{dv} = 3.2934 \text{ kg/m}$$

$$F_{dv} = 3.2309 \text{ daN/m.}$$

Diagrama de carga:

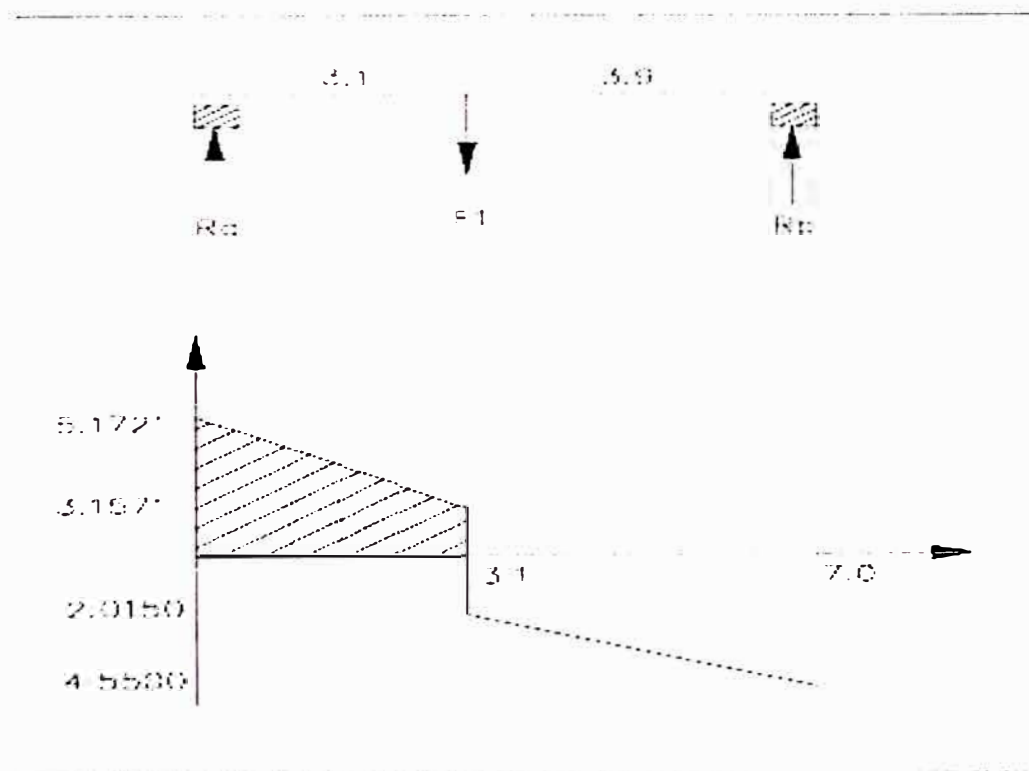


Figura 6.5 Diagrama de carga -Barras flexibles 22.9 kV



### Tracción en conductores por efecto de Corto circuito

Tenemos que el esfuerzo máximo es:

$$Z_0 = 6100.7212 \text{ N}$$

Como datos tenemos:

$$I_{cc} = 1.5 \text{ KA}$$

$$g_n = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 0.650 \text{ kg/m}$$

$$a = 7 \text{ m}$$

$$l = 5.6 \text{ m}$$

$$E = 58869.81 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 240 \text{ mm}^2$$

$$S = 75000 \text{ N/mm}$$

$$F_{cc} = 0.0248 \text{ daN/mm}$$

Reemplazando en las ecuaciones (6.13), (6.14) y (6.15) tenemos:

$$\varphi = 0.00031821$$

$$\xi = 0.000895619$$

$$\psi = 0.1 \text{ ( De la Figura 6.4)}$$

$$Z_1 = 6100,91541 \text{ N}$$

### 6.7.5 Cálculo de cargas en la Salida 22.9 kV

Se realizara los cálculos para el esfuerzo máximo y flecha máxima, se realizara el cálculo de fuerza y disposición en pórtico según figura 6.10 y finalmente se realizara el diagrama de carga en pórtico según Figura 6.11

#### Datos generales

Tabla 6.3 Datos para la calculo de carga

Parámetros de Calculo – Conductor AAAC			
T <sub>rc</sub> = Tensión rotura del conductor		N	65.962,44
S = Sección del conductor		mm <sup>2</sup>	240,00
P <sub>c</sub> = Peso conductor		daN/m	0,63765
D = Diámetro del conductor		mm	20
E = Modulo de elasticidad		N/mm <sup>2</sup>	58869,81
Alpha = Coeficiente dilatación térmica			0,000023
L = Vano		m	10
a = Separación entre fases		m	1,5
V = Velocidad Viento		km/hr	75
Aislador	Diámetro	m	0,1
	Longitud	m	0,7
	Peso	N	49,05
I <sub>k</sub> = Cte cortocircuito simétrica		kA	1,5
T = Duración del cortocircuito		seg	0,2
Res = Resistencia eléctrica		ohm/km	0,142
X = reactancia		ohm/km	0,3962
R/X = Factor para pico de la Cte. Circuito			0,3584
Factor K =			1,3544

**Evaluación de las cargas actuantes.**

- Cargas debido a los efectos de cortocircuito $F_{cc}$ (daN/m)	0,0248
- Cargas debidas al viento	
Coeficiente corrección altura (10 grad; 500 m)	0,5878
$P_o$ = Presión dinámica debido veloc. Viento (N/m <sup>2</sup> )	405,03
- $F_{vc}$ = Efecto del viento sobre conductor (daN/m)	0,6886
Factor $G_c$ Aleac. Alum. Diam < 30 mm	0,85
- $F_{va}$ = Efecto del viento sobre aislador (daN)	0,2892
- Cargas debidas al sismo	
- $F_{sh}$ = Fuerza sismo horizontal (daN/m)	0,3188
- $F_{sv}$ = Fuerza sismo vertical (daN/m)	0,1913
- Cargas derivadas	
- $F_{dv}$ = Fuerza debido a las derivaciones (daN/m)	1,0519
- Combinación de cargas (daN)	
- $F_{c1}$ = Peso propio + carga viento	9,5988
- $F_{c2}$ = Peso propio + carga corto + carga viento + carga deriv.	18,4541
- $F_{c3}$ = Peso propio + carga corto + carga sísmica	8,9733

**Calculo de tensiones y flechas**

## a) Datos generales

Sección de cable	mm <sup>2</sup>	240
Peso del conductor	daN/m	0,63765
Tensión de rotura del conductor	N	65.962,44
- $F_{c1}$ =		9,5988
- $F_{c2}$ =		18,4541
- $F_{c3}$ =		8,9733
Vano máximo	m	10
Flecha máxima = 3% del vano		0,3
Tiro en condición de EDS (% Tr)	<b>1,8%</b>	1187,32

## b) Ecuación de cambio de estado

**Condiciones 1: Regulado EDS**

Esfuerzo en el cable	$t_1 =$	0,5043 kg/mm <sup>2</sup>
Peso aparente		6,50 Kg.
Peso del cable		6,50 Kg

	$m1 =$ Coefic sobrec	1,00
$w =$ peso/m/ mm <sup>2</sup>		0,0028 kg/m/mm <sup>2</sup>
$E =$		6001,00 Kg./mm <sup>2</sup>
$k =$		-0.22
Temperatura		24,00 Grados
$\text{Cos}\delta$		0,822
Flecha		0,07 m
Porcentaje de la flecha		0,67 %

### Condiciones 2: Máximo esfuerzo

Peso aparente		18.8115 Kg
Peso del cable		6,50 Kg
	$m2$	2.89
$w =$ peso/m/ mm <sup>2</sup>		0,0028 kg/m/mm <sup>2</sup>
$E =$		6001,00 Kg./mm <sup>2</sup>
Temperatura		10,00 Grados
Coeficiente dilatación		0,000023
Esfuerzo en el cable	$t2=$	<b>2,0682</b> kg/mm <sup>2</sup>
Flecha		0,05 m
Porcentaje de la flecha		0,47 %

### Condiciones 3: Flecha máxima

Peso aparente		6,50 Kg./m
Peso del cable		6,50 Kg./m
	$m2$	1,00
$w =$ peso/m/ mm <sup>2</sup>		0,0028 kg/m/mm <sup>2</sup>
$E =$		6001,00 Kg./mm <sup>2</sup>
Temperatura	0	40,00 Grados
Coeficiente dilatación		0,000023
Esfuerzo en el cable	$t3=$	<b>0,2603</b> kg/mm <sup>2</sup>
Flecha		0,13 m
Porcentaje de la flecha		1,30 %

### Calculo de reacciones en los soportes y carga debido a las derivaciones

Con la carga de la derivación :

$$F1 = 1.9500 \text{ Kg}$$

Se procede a realizar los cálculos según Figuras (6.1), (6.2) y (6.3) tenemos:

$$Fcl = 0.9750 \text{ Kg}$$

$$R1 = 3.9325 \text{ Kg}$$

$$R1' = -1.9825 \text{ kg}$$

$$RB = -3.5425 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = 9.9133 \text{ Kg.m}$$

$$L_c = 8.6 \text{ Kg.m}$$

$$R_a = 16.4883 \text{ Kg}$$

Finalmente la carga equivalente uniforme (W) teniendo en cuenta el efecto de las cargas suspendidas:

$$F_{dv} = 1.0722 \text{ kg/m}$$

$$F_{dv} = 1.0519 \text{ daN/m.}$$

Diagrama de carga:

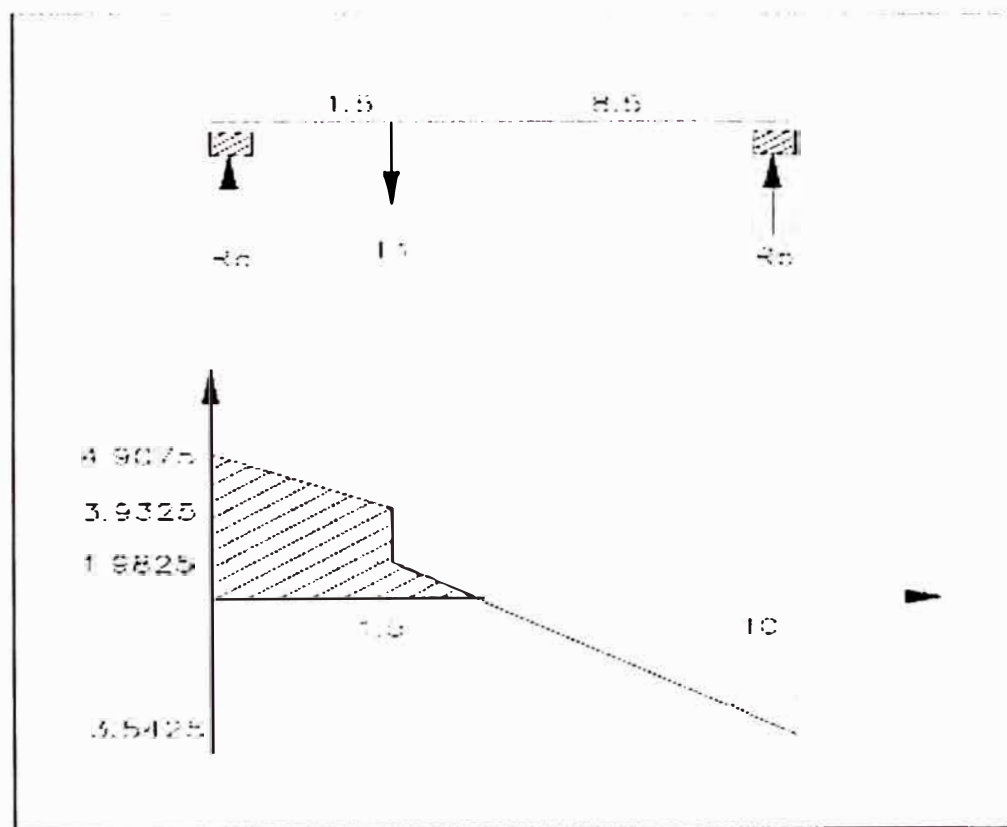


Figura 6.9 Diagrama de carga—Solido 22.9 kV

### Tracción en conductores por efecto de Corto circuito

Tenemos que el esfuerzo máximo es:

$$Z_0 = 4969.37008 \text{ N}$$

Como datos tenemos

$$I_{cc} = 1.5 \text{ KA}$$

$$g_n = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 0.650 \text{ kg/m}$$

$$a = 10 \text{ m}$$

$$l = 8.6 \text{ m}$$

$$E = 58869.81 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 240 \text{ mm}^2$$

$$S = 75000 \text{ N/mm}$$

$$F_{cc} = 0.0248 \text{ daN/mm}$$

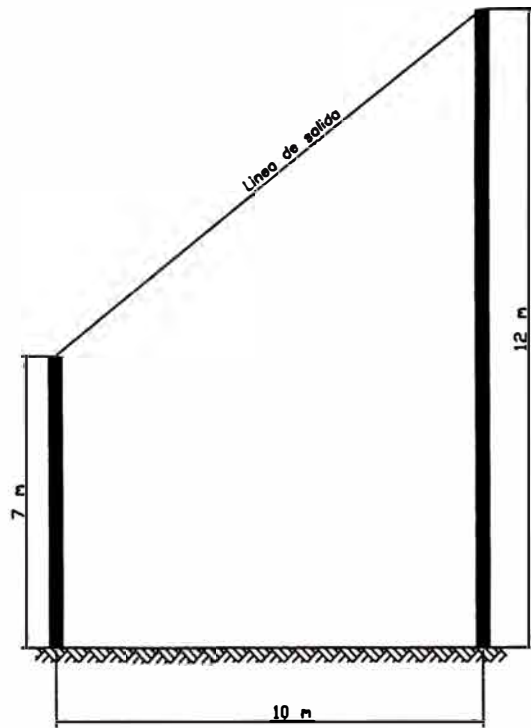
Reemplazando en las ecuaciones (6.13), (6.14) y (6.15) tenemos:

$$\varphi = 0.00031821$$

$$\xi = 0.015049797$$

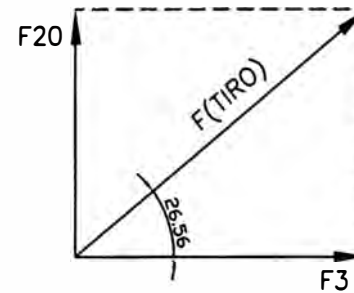
$$\psi = 0.1 \text{ ( De la Figura 6.4)}$$

$$Z_1 = 4869,525028 \text{ N}$$



TIRO DEL CONDUCTOR SALIDA 22.9 KV

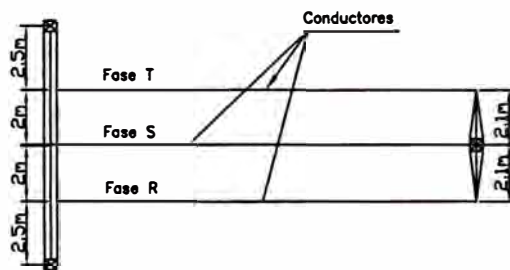
TIRO DEL CONDUCTOR



$$F(\text{TIRO}) = 6116.26 \text{ N}$$

$$F3 = 5470.79 \text{ N}$$

$$F10 = 2735.27 \text{ N}$$



TIRO EN BARRA 22.9 KV

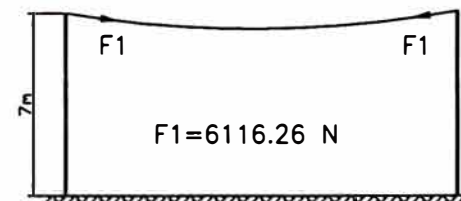
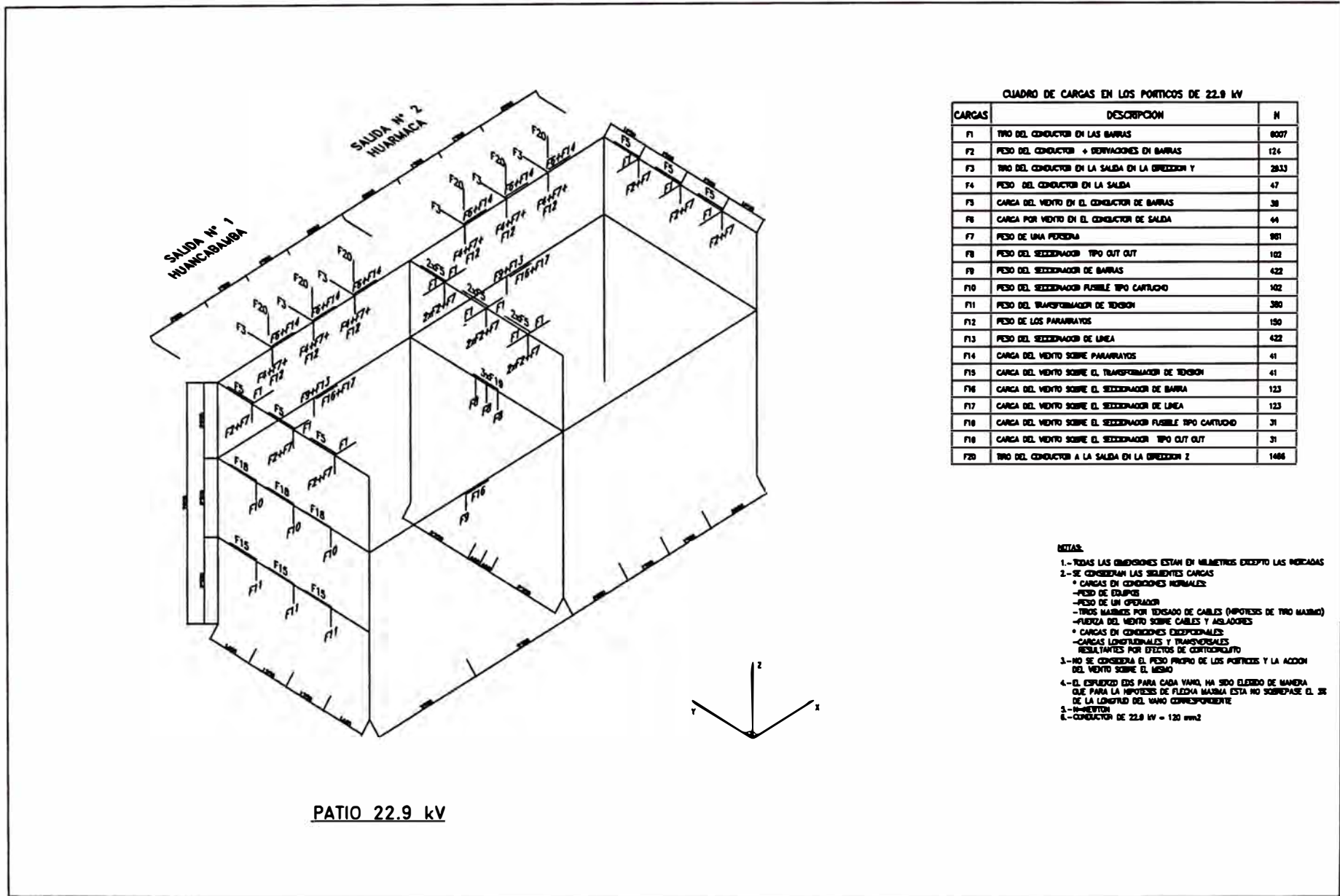


Figura 6.10 – Calculo de fuerzas y disposicion de conductores Barra y Salida de portico 22.9KV



**CUADRO DE CARGAS EN LOS PORTICOS DE 22.9 kV**

CARGAS	DESCRIPCION	N
F1	TIPO DEL CONDUCTOR EN LAS BARRAS	6007
F2	PESO DEL CONDUCTOR + DERIVACIONES EN BARRAS	124
F3	TIPO DEL CONDUCTOR EN LA SALIDA EN LA DIRECCION Y	2833
F4	PESO DEL CONDUCTOR EN LA SALIDA	47
F5	CARGA DEL VIENTO EN EL CONDUCTOR DE BARRAS	38
F6	CARGA POR VIENTO EN EL CONDUCTOR DE SALIDA	44
F7	PESO DE UNA PERSONA	981
F8	PESO DEL SECCIONADOR TIPO OUT OUT	102
F9	PESO DEL SECCIONADOR DE BARRAS	422
F10	PESO DEL SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CAPTUCHO	102
F11	PESO DEL TRANSFORMADOR DE TENSION	380
F12	PESO DE LOS PARAMAYOS	150
F13	PESO DEL SECCIONADOR DE LINEA	422
F14	CARGA DEL VIENTO SOBRE PARAMAYOS	41
F15	CARGA DEL VIENTO SOBRE EL TRANSFORMADOR DE TENSION	41
F16	CARGA DEL VIENTO SOBRE EL SECCIONADOR DE BARRA	123
F17	CARGA DEL VIENTO SOBRE EL SECCIONADOR DE LINEA	123
F18	CARGA DEL VIENTO SOBRE EL SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CAPTUCHO	31
F19	CARGA DEL VIENTO SOBRE EL SECCIONADOR TIPO OUT OUT	31
F20	TIPO DEL CONDUCTOR A LA SALIDA EN LA DIRECCION Z	1486

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS EXCEPTO LAS MENCIONADAS
  - 2.- SE CONSIDERAN LAS SIGUIENTES CARGAS:
    - CARGAS EN CONDICIONES NORMALES:
      - PESO DE EQUIPOS
      - PESO DE UN OPERADOR
      - TIPOS MARIPOS POR TENDIDO DE CABLES (HIPOTESIS DE TIPO MARINO)
      - FUERZA DEL VIENTO SOBRE CABLES Y AISLADORES
    - CARGAS EN CONDICIONES EXCEPCIONALES:
      - CARGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
      - RESULTANTES POR EFECTOS DE CORTEOCORLUTO
  - 3.- NO SE CONSIDERA EL PESO PROPIO DE LOS PORTICOS Y LA ACCION DEL VIENTO SOBRE EL MISMO
  - 4.- EL ESPESOR EDS PARA CABA VANA HA SIDO ELEJIDO DE MANERA QUE PARA LA HIPOTESIS DE FUERZA MARINA ESTA NO SOBREPASE EL 3% DE LA LONGITUD DEL VANO CORRESPONDIENTE
  - 5.- N-NEWTON
  - 6.- CONDUCTOR DE 22.9 kV = 120 mm<sup>2</sup>

Figura 6.11 – Diagrama de carga – Barra flexible y Portico 22.9kV



## 6.8 Resumen de Cálculos

### 6.8.1 Calculo mecánico de conductores

#### Resumen

Tabla 6.4 Resumen de calculo mecánico de conductores

Datos del Conductor	Variable	Und.	Pórtico 60 kV	Barras 22,9kV	Salidas 22,9kV
Conductor	ΛΛΛC				
Sección	A	(mm <sup>2</sup> )	120	240	240
Longitud total del vano	a	(m)	37	7	10
Número de hilos			19 x 2,85	37 x 2,85	37 x 2,85
Diámetro	d	(mm)	14,3	20	20
Peso unitario del cable	W	(daN/m)	0,3286	0,6377	0,6377
Peso equivalente:					
Hipótesis 1	Pe	(daN/m)	0,3286	0,6308	0,5142
Hipótesis 2	Pe	(daN./m)	1,70694	3,7278	2,13858
Hipótesis 3	Pe	(daN./m)	0,3335	0,6278	0,6278
Módulo de Elasticidad	E	(N/mm <sup>2</sup> )	58.869,81	58.869,81	58.869,81
Coef. De dilatación del cable	α	(°C <sup>-1</sup> )	0,000023	0,000023	0,000023
Carga de Ruptura		(N)	33.873,93	65.962,44	65.962,44
Tensión de Cada Día			2,70%	1,80%	1,80%

### 6.8.2 Cadena de aisladores

#### Resumen

Tabla 6.5 Resumen de cálculo de cadenas de aisladores

Tipo de cadena de aisladores	Unid.	Anclaje	Anclaje	Anclaje
Material de los aisladores		Polimérico	Polimérico	Polimérico
Longitud de la Cadena de Aisladores	(m)	1,2	0,7	0,7
Peso Total de la Cadena de Aisladores	(N)	58,86	49,05	49,05

### 6.8.3 Condiciones iniciales

#### Resumen

Tabla 6.6 Resumen de las condiciones iniciales para los cálculos de hipótesis

<b>Condiciones Iniciales</b>	<b>Variable</b>	<b>Und.</b>	<b>Pórtico 60 kV</b>	<b>Barras 22,9kV</b>	<b>salidas 22,9kV</b>
Temperatura	T1	(°C)	24	24	24
Esfuerzo Inicial	t1	(N/mm <sup>2</sup> )	7,621	4,947	4,947
Vel. Del Viento	v	(km/Hr)	0	0	0

### 6.8.4 Hipótesis de calculo

#### Resumen

Tabla 6.7 Resumen de cálculo de las hipótesis para Barra 22.9 kV

<b>Parámetro</b>	<b>BARRAS 22,9 Kv</b>		
	<b>Hipótesis 1 (E.D.S.)</b>	<b>Hipótesis 2 (Tiro máximo)</b>	<b>Hipótesis 3 (Flecha Máxima)</b>
Esfuerzo (N/mm <sup>2</sup> )	4,95	25,42	1,95
Tiro (N)	1.187,32	6.100,70	468,29
Flecha (m)	0,03	0,04	0,08
Flecha (% del vano)	0,43	0,57	1,14
Longitud de Conductor (m)	7	7	7

Tabla 6.8 Resumen de cálculo de las hipótesis en la salida 22.9 kV

<b>Parámetro</b>	<b>Salida Pórtico 22,9 kV</b>		
	<b>Hipótesis 1 (E.D.S.)</b>	<b>Hipótesis 2 (Tiro máximo)</b>	<b>Hipótesis 3 (Flecha Máxima)</b>
Esfuerzo (N/mm <sup>2</sup> )	4,95	20,28	2,55
Tiro (N)	1.187,32	4.869,37	312,85
Flecha (m)	0,07	0,05	0,13
Flecha (% del vano)	0,70	0,50	1,30
Longitud de Conductor (m)	10	10	10

Tabla 6.9 Resumen de cálculo de las hipótesis en la llegada 60 kV

Parámetro	Llegada 60 kV		
	Hipótesis 1 (E.D.S.)	Hipótesis 2 (Tiro máximo)	Hipótesis 3 (Flecha Máxima)
Esfuerzo (N/mm <sup>2</sup> )	7,62	30,47	6,30
Tiro (N)	914,59	3.656,87	756,70
Flecha (m)	0,61	0,46	0,74
Flecha (% del vano)	1,65	1,24	2,00
Longitud de Conductor (m)	37	37	37

### 6.8.5 Cálculo de tensión por cortocircuito

#### Resumen

Tabla 6.10 Resumen de cálculo de las máxima fuerza en la estructuras

Cuadro de Datos Generales			Llegada 60 Kv	Barras 22,9	Salida 22,9
Descripción	Variable	Unidad	Valor	Valor	Valor
Longitud del vano ó claro	a	m	37	7	10
Longitud neta del vano ó claro	ac	m	34,6	5,6	8,6
Distancia de separación entre fases	s	m	2	1,5	1,5
Diámetro del cable	d	mm	14,3	20	20
Módulo de yung del cable	E	N/mm <sup>2</sup>	5,88E+04	5,88E+04	5,88E+04
Sección transversal del cable	A	m <sup>2</sup>	1,20E+08	2,35E+08	2,35E+08
Masa unitaria del cable	m	daN/m	0,3286	0,6377	0,6377
Aceleración de la gravedad	g	m/s <sup>2</sup>	9,81	9,81	9,81
Número de cables por fase	n		1	1	1
Constante de conductores por fase	Kn		1	1	1
Kn = 1 (Para un conductor/fase)					
Rigidez de soportes (S) (+/-300000)		N/m	750000	750000	750000
Fuerza de tensión estática (Zo)	Zo	N	3.656,87	6.100,72	4.869,37
Corriente de cortocircuito		kA	1,5	1,5	1,5
Relación de R/X			0,665	0,358	0,358
Tiempo de duración del cortocircuito (t)	t	Seg.	0,20	0,20	0,20
<b>Cálculo de la Máxima Fuerza sobre la estructura: considerar en el diseño</b>					
Efecto del cortocircuito (Z1)	N		3.656,94	6.100,91	4869,52
	kg.		372,78	621,91	496,3833

## **CAPITULO VII ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

### **7.1 Generalidades**

En el presente capítulo se presenta las principales características físicas y eléctricas de los equipos de patio, especificaciones técnicas y criterios de selección con los que fueron adquiridos los equipos, para su instalación en la subestación Las Lomas 60/22.9 kV.

Para el Equipamiento, se tuvieron en cuenta las recomendaciones y especificaciones publicados por el Ministerio de Energía y Minas en la R.D. N° 027-2003 EM/DGE “Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de subestaciones para electrificación rural”,.

### **7.2 Transformador de Potencia**

#### **7.2.1 Alcances**

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones de diseño, fabricación y método de pruebas para el suministro del Transformador de Potencia, incluyendo sus accesorios y el panel de regulación automática de tensión.

El transformador de potencia trifásico será de dos devanados, para instalación exterior, sumergido en aceite. Tendrá una potencia de 7/9 MVA y un sistema de enfriamiento natural ONAN/ONAF

La regulación de tensión será automática bajo carga, con tomas de regulación en el lado de 23kV, con rango de variación respecto al valor nominal de  $23 \pm 10 \times 1\%$  KV

El arrollamiento en 60kV, estará conectado en triangulo y el de 23kV, en estrella con neutro solidamente a tierra

#### **7.2.2 Normas aplicables**

El transformador de Potencia materia de esta especificación cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas

- IEC 60076 Power Transformers.
- IEC 60137 Bushing for alternating voltages above 1000 V.
- IEC 60214 On-load Tap Changers.
- IEC 60354 Loading guide for oil-immersed power transformers.
- IEC 60551 Measurement of Transformers and Reactors Sound Levels
- IEC 60156 Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.
- IEC 60296 Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
- NTP 370.002 Transformadores de potencia
- ASTM B187 Standard specification for copper bar, bus bar, rod, and shapes.

### **7.2.3 Características generales**

#### **7.2.3.1 Tipo**

Los transformadores de potencia serán para servicio exterior, con arrollamientos sumergidos en aceite y diseñado para dos (02) etapas de enfriamiento:

- Circulación natural de aceite y aire, ONAN.
- Circulación forzada de aire, ONAF.

Deberán ser de sellado hermético y estarán provistos de todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

Asimismo, el transformador de potencia, deberá garantizar una operación satisfactoria a una altura de instalación de <1000 m.s.n.m.

#### **7.2.3.2 Condiciones de Operación**

El transformador debe ser diseñado para suministrar la potencia continua garantizada, en todas sus etapas de enfriamiento y en todas las tomas de regulación.

El transformador y su equipo de refrigeración deberán funcionar con un nivel de ruido que no exceda lo establecido por la norma indicada en el numeral 5.2.2 y en las condiciones de plena carga.

### 7.2.3.3 Características Eléctricas

Los transformadores de potencia deberán tener las siguientes características:

- Altura de Instalación <math><1000\text{ m.s.n.m.}</math>
- Tipo Trifásico de dos devanados
- Potencia nominal 7/9 MVA (ONAN/ONAF)
- Tensión nominal 60/23 kV
- Relación de transformación  $60 / 23 \pm 10 \times 1\% \text{ KV}$
- Grupo de conexión DYn5
- Numero de terminales:
  - Primario 3
  - Secundario + neutro 4
- Impedancia de cortocircuito 8–10%(7MVA, 60/22,9kV)
- Aislamiento externo:
  - Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us
    - Lado primario 325 kVp
    - Lado secundario 125 kVp
    - Lado neutro secundario 95 kVp
- Conmutador regulador bajo carga
  - Tipo Tapcom
  - Amplitud de regulación  $+ / -10\% \times 1$
  - Número de posiciones 21
  - Tensión del servomecanismo 220 - 127 Vac
  - Tensión de control y mando 125 Vcc
- Transformador de corriente en los bushings
  - Tipo Toroide
  - Núcleos por fase
  - Relación de transformación:
    - Corriente del primario 75 –300 A
    - Corriente de los secundarios 1.5 / 5 A



### **Ruido**

El transformador deberá funcionar con un nivel de ruido promedio que no exceda lo establecido por las Normas, cuando se encuentre operando a plena carga y con las etapas de enfriamiento en servicio.

### **Resistencia para Fallas de Cortocircuito**

Los arrollamientos del transformador deberán soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos causados por las corrientes de cortocircuito según lo indicado en las Normas.

### **Transformadores de Corriente Incorporados**

Los transformadores estarán equipados con transformadores de corriente instalados en los aisladores pasatapas, de acuerdo con lo indicados en las tablas de datos garantizados.

Adicionalmente el fabricante incluirá los transformadores de corriente que sean necesarios para el relé de imagen térmica y para el regulador de tensión.

#### **7.2.4.2 Resistencia Mecánica**

El transformador deberá estar diseñado mecánicamente para soportar los esfuerzos debidos a:

- Carga del viento
- Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuitos
- Fuerzas de tracción en las conexiones de 1750 N horizontalmente y 1250 N verticalmente, en la dirección más desfavorable
- Movimientos sísmicos

#### **7.2.5 Núcleo**

La construcción del Núcleo deberá ser tal que reduzca al mínimo las corrientes parásitas. Se fabricará de láminas de acero eléctrico al silicio de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad. Cada lámina deberá cubrirse de material aislante resistente al aceite caliente.

El armazón que soporta el núcleo será una estructura reforzada que reúna la resistencia mecánica adecuada y no presente deformaciones permanentes en ninguna de sus partes; deberá diseñarse y construirse de tal manera que quede



firmemente sujeto al tanque en ocho (08) puntos como mínimo tanto en la parte superior como en la inferior.

El circuito magnético estará firmemente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque, de tal forma que permita un fácil retiro del núcleo. En transformadores con capacidades de 5 MVA o mayores, la conexión se efectuará con un cable de cobre y conectores adecuados, de la parte superior del núcleo a la cubierta interior del tanque, a una distancia de 50 cm o menos de la escotilla de inspección.

La fijación de los núcleos, deberá estar prevista para soportar golpes propios de manipuleo y transportes de hasta 1.2 veces la aceleración de la gravedad

### **7.2.6 Arrollamientos**

Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, deberán secarse al vacío e inmediatamente después impregnarse de aceite dieléctrico.

El aislamiento de los conductores será a base de papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento. Podrá darse a los arrollamientos un baño de barniz, con el objeto de aumentar su resistencia mecánica, mas no para aumentar las propiedades dieléctricas del aislamiento.

Para el diseño, construcción y tratamiento de los bobinados habrá que conceder la debida importancia a los diversos factores de funcionamiento, tales como resistencia eléctrica y mecánica del aislamiento, distribución uniforme del flujo electrostático, pérdidas dieléctricas mínimas, restricciones mínimas a la libre circulación del aceite, eliminación de lugares de sobrecalentados, distribución de la tensión entre espiras adyacentes y por toda la bobina, máxima rigidez mecánica para el caso de que ocurran cortocircuitos y control de la distribución de flujo dieléctrico en régimen de impulso (para ondas completas y cortadas) para alcanzar una elevada resistencia a impulsos.

### **7.2.7 Valores de las Pérdidas**

Las pérdidas totales (fierro y cobre) garantizados por el fabricante, en ningún caso deben ser mayores al 1% de la potencia nominal.

### **7.2.8 Aisladores Pasatapas y Cajas Terminales para Cables**

Las características de los aisladores pasatapas estarán de acuerdo con la última versión de la Norma IEC, Publ. 60137 y serán del tipo condensador para tensiones

desde 34,5 kV en adelante. Para tensiones menores serán del tipo de porcelana sólida. Los aisladores pasatapas para tensiones mayores a 60 kV tendrán derivaciones al exterior para pruebas y su propia placa característica indicando su valor original de Capacitancia y Factor de Potencia.

Todos los aisladores pasatapas serán de porcelana fabricadas homogéneamente, de color uniforme y libre de cavidades o burbujas de aire.

Todos los aisladores pasatapas deben ser estancos a los gases y al aceite. El cierre debe ser hermético para cualquier condición de operación del transformador. Todas las piezas montadas de los pasatapas, excepto las empaquetaduras que puedan quedar expuestas a la acción de la atmósfera, deberán componerse totalmente de materiales no higroscópicos.

Para los aisladores pasatapas de los arrollamientos, se suministrarán terminales de acuerdo a la Norma IEC 60137 y de las dimensiones adecuadas para conectar los conductores o tubos al transformador.

El Postor incluirá en su propuesta una descripción detallada de los aisladores pasatapas, terminales y cajas de cables que permita conocer el equipo que propone suministrar.

La disposición de las fases deberán respetar las normas IEC con denominación R-S-T tanto para el lado de AT como para MT.

### **7.2.9 Tanque y Acoplamiento**

El tanque del transformador será construido con chapas de acero de bajo porcentaje de carbón, de alta graduación comercial y adecuado para soldarse. Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., y otras partes fijadas al tanque deben estar unidas por soldadura.

El tanque y cualquier compartimiento conectado con él que esté sujeto a las presiones de operación y todas las conexiones, juntas, etc., fijadas al tanque, deben estar diseñadas para soportar sin fugas o deformación permanente, una presión interna de

- 0,14 MPa, para transformadores iguales o superiores a 5 MVA.
- 0,07 MPa, para transformadores menores a 5 MVA.

Esta presión se aplicará al transformador lleno de aceite durante un minuto. Además, deberá diseñarse para soportar una presión absoluta hasta de 0,1 mm de Hg (100 micrones) al nivel del mar y a 30 grados de temperatura ambiente sin que

se produzcan deformaciones permanentes, estando totalmente armada y cerrada la válvula de conexión al tanque conservador.

En la Placa de Identificación se indicarán las máximas presiones positivas y negativas que el tanque pueda soportar sin sufrir deformaciones.

Todas las conexiones de tuberías al tanque deberán estar provistas de bridas. Todas las tuberías para el sistema de enfriamiento del aceite estarán provistas de válvulas de separación inmediatamente adyacentes al tanque y a las tuberías de distribución; estas válvulas tendrán un indicador de posición el cual conjuntamente con la válvula se mantendrá fija mediante seguros empernados.

Todas las juntas con brida de los tanques estarán provistas de empaquetaduras colocadas dentro de canales o mantenidas en posición por medio de topes. El material de las empaquetaduras deberá ser de nitrilo ó una combinación de corcho-neopreno.

En los casos en que los neutros del transformador sean conectados a tierra, se suministrarán e instalarán aisladores portabarras de porcelana y pletinas de cobre de 50 x 6,4 mm (mínimo) adosados al tanque para las conexiones a tierra de los neutros de los devanados en estrella que lo requieran, del mismo modo se dotarán y suministrarán de conectores y ferretería adecuados para realizar las conexiones respectivas.

El tanque del transformador contará con las siguientes válvulas, bridas, etc., siendo esta lista indicativa y no representa limitación alguna:

- Válvula de descarga de sobrepresión de alta calidad, ajustada para 0,05 MPa de Sobrepresión interna.
- Válvulas para el tratamiento del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
- Válvulas de 3 vías para la conexión de la tubería del relé Buchholz.

#### **7.2.10 Equipo de Enfriamiento**

El sistema de enfriamiento del transformador será ONAN - ONAF, los que operarán de acuerdo al régimen de carga del transformador.

El equipo de enfriamiento de los transformadores será suministrado completo con todos sus accesorios y comprenderá de ventiladores, tuberías, radiadores, válvulas para las tuberías, etc.

El transformador incluirá la fabricación de todos los ventiladores para garantizar completamente la potencia del transformador en ONAF, esto también incluirá el cableado respectivo así como los contactores y relés auxiliares necesarios para el encendido y apagado automático de los ventiladores.

Los motores que impulsen los ventiladores de enfriamiento deberán ser motores de inducción, 220 Vac equipados con su correspondiente sistema de control y protección. El mando automático de estos ventiladores será mediante los relés de imagen térmica, además deberán estar previstos de pulsadores que permitan el arranque y parada manual de dichos ventiladores. El ruido de los ventiladores de enfriamiento deberá ser lo más bajo posible.

La construcción de los radiadores de aceite será de acuerdo con las prescripciones de las normas internacionales.

Cada uno de los radiadores del transformador dispondrá de válvulas dispuestas convenientemente, diseñadas de tal forma que pueda ponerse y sacarse fuera de servicio sin afectar las piezas del transformador.

#### **7.2.11 Sistema de Conservación de Aceite**

El sistema de conservación de aceite será del tipo tanque conservador, que no permita un contacto directo entre el aceite y el aire, mediante la instalación de un diafragma en el tanque.

El diafragma será de goma de nitrilo y diseñado de forma que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales al nivel máximo ó mínimo del aceite en el conservador. La capacidad del depósito conservador será tal, que el nivel de aceite, en ningún caso, descienda por debajo del nivel de los flotadores del relé Buchholz (diferencia de temperatura a considerarse 120°C).

El tanque conservador deberá ser montado en la parte lateral y por sobre el tanque del transformador.

El sistema de conservación de aceite deberá estar equipado con un respiradero deshidratante lleno de cristales de Gel de sílice (silicagel) y con ventanilla de observación. El respiradero deberá estar situado a una altitud conveniente sobre el nivel del suelo. El conservador estará equipado con tapón de drenaje, ganchos de levantamiento, válvulas para sacar muestra de aceite, ventanilla de observación del diafragma y abertura para el indicador de nivel.

En el tubo de conexión entre el tanque principal y el tanque de conservación de aceite, se acoplará un relé Buchholz, el cual deberá estar perfectamente nivelado. Este tubo deberá tener una pendiente no menor de 8% para facilitar el flujo de gas hacia el tanque conservador, con los siguientes diámetros mínimos de acuerdo a la capacidad del transformador:

- 50,8 mm, hasta 10 MVA.
- 76,2 mm, mayores de 10 MVA.

El Relé Buchholz contará con un dispositivo que permita tomar muestras de los gases acumulados.

### **7.2.12 Gabinete de Control**

Se proveerán 2 gabinetes de control a prueba de intemperie, uno para el transformador y otro para el conmutador de tomas bajo carga.

El cableado de los accesorios y los armarios correspondientes se hará con terminales herméticos y con cables que puedan resistir a la acción del aceite y de una temperatura hasta 110°C.

Los cables múltiples tendrán conductores de 2.5 mm<sup>2</sup> de sección mínima. Las conexiones entre los armarios se harán con cables múltiples aislados con PVC.

Las borneras deberán ser de material inalterable, capaz de resistir el calor sin presentar ningún envejecimiento, no ser higroscópicas. Todos los conductores deberán ser debidamente identificados con anillos de señalización.

### **7.2.13 Conmutador de Tomas en carga**

El equipo de conmutación de tomas bajo carga, consistirá de un selector de tomas, un interruptor de arco inmerso en aceite, un motor de accionamiento y un control automático para una apropiada operación remota. El aceite del compartimento del conmutador se mantendrá separado del aceite del tanque principal.

El conmutador de tomas será del tipo regulación automática bajo carga, para soportar las pruebas dieléctricas aplicadas al devanado al cual es conectado, de las siguientes características:

- Tipo : Tapcom
- Rango de ajuste de la tensión : 60 /23±10% x 1 kV (21 posiciones).
- Frecuencia Nominal : 60Hz.
- Sistema de control : Control remoto, operación manual.

- Suministro de energía para:
  - El motor de accionamiento : 3 fases, 220 V, 60 Hz.
  - El control y mando : 125 Vcc
- Clase de aislamiento : La misma que el de los arrollamientos.
- En todas las tomas se podrá operar con la potencia nominal ONAN y ONAF.

El conmutador estará alojado dentro del tanque, pero en un compartimiento independiente con su respectivo tanque de expansión.

El conmutador de tomas será controlado en el modo automático por un regulador de tensión instalado junto con los accesorios necesarios en un Panel de control autosoportado, este panel también deberá estar equipado debidamente para enviar y recibir información a distancia (operación remota).

Se tomará como tensión de referencia el lado de 22,9 KV, de tal forma que no exista oscilaciones de tensión y se mantenga permanentemente “estable” en este nivel de tensión.

El diseño será simple y robusto, con contactos de arco apropiados para una larga vida. capaces de realizar unas 500,000 operaciones bajo las condiciones de corriente y tensión nominal y los contactos del selector de cambio de tomas serán capaces de realizar 70,000 operaciones a plena carga sin tener partes a ser reemplazadas o reconstruidas.

Cada conmutador de tomas ensamblado será capaz de soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito cuando el transformador sea sometido a corrientes de cortocircuito según los requerimientos de la Norma IEC 60214 .

El conmutador de tomas será diseñado para soportar las pruebas dieléctricas aplicadas al devanado al cual esté conectado.

Los contactos de interrupción del conmutador bajo carga deberán ser capaces de interrumpir una corriente correspondiente al doble de la nominal y a la tensión nominal del paso, hasta por diez (10) veces la nominal además, deberán ser capaces de y, transportar en forma continua la corriente de cortocircuitos.

#### **7.2.14 Panel de Control a distancia del Cambiador de Tomas Bajo Carga**

La regulación de tensión se efectuará bajo el control manual y automático del Cambiador de Tomas, para lo cual se instalará en el panel la señalización correspondiente de las posiciones de las tomas del transformador, los selectores y el equipamiento necesario para elegir y operar el control manual y automático a distancia, así como su visualización y manejo a distancia.

Contendrá el siguiente equipamiento mínimo:

- Un (1) relé electrónico de regulación de tensión (90)  
Un (1) indicador de posición de tomas, a distancia, con 21 posiciones.
- Un (1) conmutador selector de posiciones fijas, con las siguientes funciones:
  - Mando manual.
  - Apagado.
  - Mando automático.
- Un (1) conmutador de mando con retorno a la posición central (apagado) por resorte, con las siguientes funciones:
  - Subir Toma.
  - Apagado.
  - Bajar Toma.

#### **7.2.15 Equipo Regulador de Tensión**

El regulador de tensión esta destinado al control de cambiadores de tomas en carga instalados en el transformador de potencia, cuyos accionamientos a motor sigan el principio de funcionamiento “paso a paso” es decir que a un impulso en el accionamiento eléctrico, este inicia el cambio de tensión correspondiente a un solo escalón.

El accionamiento a motor recibe este impulso únicamente cuando hay una diferencia entre el valor real de la tensión y el valor de referencia.

El regulador de tensión debe poseer un circuito de retardo ajustable mediante el que se reduce la influencia de variaciones de tensión de poca duración y aumenta la estabilidad del circuito regulador, de esta manera se evitan conmutaciones de escalones innecesarias.

#### **7.2.16 Accesorios**

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados junto con el transformador de potencia:

### Relés Buchholz

Cada transformador estará equipado con un relé Buchholz montado en el tubo de unión entre el conservador y el tanque del transformador. El relé Buchholz será del tipo antisísmico, de doble flotador, con dos juegos de contactos independientes. El relé Buchholz estará provisto de grifos para sacar muestras y para dejar escapar el gas.

### Indicadores del Nivel de Aceite

El transformador estará equipado con indicadores de nivel de aceite para el tanque del transformador y el conmutador, que puedan ser observados fácilmente desde el suelo, y que tengan una escala conveniente.

Los indicadores estarán montados en la pared lateral del conservador de aceite y estarán provistos de un contacto para alarma a nivel bajo y otro contacto para disparo de interruptor en caso que el nivel de aceite esté peligrosamente bajo.

### Dispositivo de Detección de Temperatura

El transformador estará equipado con los siguientes dispositivos de detección de temperatura:

#### Termómetros

Un (1) termómetro con escala graduada en grados centígrados para indicar localmente la temperatura del aceite, el termómetro deberá estar provisto y ser suministrado con un equipo de tal forma que las mediciones se puedan realizar localmente y paralelamente, mediante instrumento digital de alta precisión, con un dígito decimal, instalado en el tablero de control del transformador.

El termómetro estará provisto de dos contactos de máxima temperatura, uno para alarma y otro para desconexión y será montado sobre la pared del tanque del transformador, a una altitud conveniente del suelo.

#### Relé de Imagen Térmica

Un (01) equipo, para relé de temperatura de los arrollamientos de tipo "Imagen térmica", compuesto de un detector térmico, un transformador auxiliar de corriente y un adecuado cableado.

El relé de temperatura será usado además para indicación de temperatura de los arrollamientos por lo que estará provisto de un indicador de temperatura con escala



graduada en grados centígrados e indicador de máxima temperatura; contendrá además cuatro (04) juegos de contactos ajustables independientemente, que se cerrarán automáticamente en secuencia con el aumento de la temperatura de los arrollamientos y que se abrirán automáticamente en la secuencia inversa con la disminución de la temperatura y que ejercerán las funciones siguientes:

Contacto 1: Dará señal de alarma por exceso de temperatura y ordenará el arranque de los ventiladores de la etapa ONAF.

Contacto 2: Dará alarma por exceso de temperatura.

Contacto 3: Ordenará disparo.

#### Relé de Sobrepresión

El transformador dispondrá de un relé de presión súbita, el cual tendrá contactor para disparo.

#### Válvulas de descarga para sobrepresión

El transformador estará equipado con una válvula de descarga de sobrepresión o un dispositivo equivalente como equilibrador de sobrepresión. Esta válvula deberá dejar escapar cualquier sobrepresión interna mayor de 0,05 MPa, causada por perturbaciones internas y volverá a cerrar después de haber actuado. La válvula estará equipada con contactos de alarma para indicar la actuación del dispositivo.

#### Válvulas y Grifos

Se preverán válvulas para las siguientes funciones:

- Drenaje de los tanques, de los conservadores y de los radiadores.
- Toma de muestras de aceite de las tanques y conservadores.
- Conexiones para filtración del aceite.
- Separación de las tuberías de los relés Buchholz del conservador de aceite y de los tanques principal y del conmutador.
- Purga de aire de las tanques, de los conservadores, de los radiadores.
- Cierre de las diversas tuberías de aceite.

Todas las válvulas para aceite deberán ser de construcción apropiada para aceite caliente.

### Placas de Identificación

Sobre la superficie externa del tanque del transformador se colocará una placa de acero inoxidable con impresión en bajo relieve, en esta placa se escribirá en idioma español la siguiente información:

- Nombre de la empresa de distribución
- Potencia nominal
- Número de fases
- Frecuencia
- Tensiones
- Conexión en primario
- Conexión en secundario
- Grupo de conexión.
- Método de enfriamiento.
- Nivel de aislamiento.
- Tensión de cortocircuito en % a 75°C y a temperatura ambiente.
- Peso de aceite.
- Peso de la parte activa.
- Peso total.
- Altura de trabajo m.s.n.m.
- Año de fabricación y número de serie de la unidad.
- Diagrama de conexiones interiores.
- Identificación de las fases, visible a 1 metro.

En forma adyacente se colocará una placa conteniendo los datos del conmutador bajo carga, la cual contendrá datos de su fabricación, cantidad de tomas, conexionado de la tomas y la relación de transformación en cada toma.

Los aisladores pasatapas y los dispositivos de protección llevarán también una placa de identificación con la información necesaria de su fabricación y sus características principales.

### **7.2.17 Controles y pruebas**

#### Generalidades

Las pruebas, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos serán efectuadas de acuerdo con la última versión de las Recomendaciones IEC indicadas en el numeral 5.2.2.

#### Pruebas y Ensayos

- Resistencia óhmica de los arrollamientos.
- Relación de transformación en vacío y en todas las tomas.
- Secuencia de fases y grupos de conexión.
- Medición de la rigidez dieléctrica del aceite.
- Tensión de cortocircuito y pérdidas en los arrollamientos.
- Medición de la impedancia de secuencia cero.
- Medición de la corriente de excitación y las pérdidas de vacío.
- Medición de las pérdidas totales y de la impedancia de cortocircuito.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayos de tensión aplicada.
- Medición del factor de potencia del transformador y aisladores pasatapas.
- Medición del nivel de ruido
- Medición del espesor y adherencia de la capa de pintura del tanque y radiadores.

## **7.3 Interruptor de Potencia**

### **7.3.1 Objeto**

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte del Interruptor de Potencia que será instalado en la Subestación Lomas

### **7.3.2 Descripción general**

Este equipo es un interruptor trifásico con accionamiento tripolar para instalación a la intemperie, su sistema de extinción de arco es en SF<sub>6</sub>, con mecanismo de operación eléctrico y mecánico por resortes, marca ABB, su operación puede ser Remota y Local. Su operación normal para el sistema, será de mando Remoto. La

selección del modo de operación se realiza con un selector ubicado en la caja de mando del Interruptor.

El resorte cargado solo permite cerrar y abrir una sola vez.

Estarán diseñados tanto para el corte de la plena corriente de cortocircuito como para la maniobra de líneas en vacío y/o de pequeñas intensidades inductivas.

El interruptor tendrá manómetros en el tanque y la presión normal será 7 bar, si baja la presión hasta 6.2 bar se activará la alarma de advertencia y si continúa bajando hasta 6bar se bloqueará el cierre y la apertura.

### 7.3.3 Características técnicas

Los Interruptores deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la última revisión de la norma IEC 56; y deberán tener las siguientes características:

- Tensión nominal 60 kV , 22.9kV
- Fabricante ABB
- Modelo EDF-SK 1-1 , OHB36.25.25
- Altura de Instalación <1000 msnm
- Tensión Máxima de servicio 72,5 kV , 36 kV
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Resistencia a sobretensión a frecuencia .
  - Industrial 60 Hz, 1 minuto 140 kV 50 kV
  - Resistencia al impulso 1.2/50  $\mu$ s 325kVp 170 kV
- Corriente nominal 2500 A 630 A
- Poder de corte nominal
- Corriente de cortocircuito 3 $\emptyset$  simétrica 20 kA
- Número de polos 3
- Elementos auxiliares:
  - Tensión de mando de las bobinas de cierre y Disparo 125 Vcc-250 Vcc
  - Tensión de alimentación del motor de carga de resortes 125 Vcc-250 Vcc
  - Tensión de alimentación de los circuitos de 230 Vca

Calefacción y de la toma auxiliar de fuerza

- N° de bobinas de cierre
- N° de bobinas de disparo 2
- Ciclo de operación nominal O – 0,3 s – CO - 3 min – CO

### **7.3.4 Características constructivas y ambientales**

#### **7.3.4.1 Características generales**

Los Interruptores estarán diseñados para efectuar reenganches rápidos tripolares a través de equipos de reenganche externos al control propio del interruptor.

Los terminales para conexión serán de dimensiones adecuadas para la intensidad nominal del interruptor y para soportar los esfuerzos dinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

Los aisladores soportes de los interruptores deberán ser de porcelana.

Todos los elementos del interruptor que estén sometidos al paso de la corriente del cortocircuito, deberán soportar los efectos térmicos de esta corriente durante 3 segundos. Asimismo, deberán soportar sin deterioro los efectos electrodinámicos producidos por el valor de cresta de la citada corriente.

Las maniobras de apertura y cierre de todos los interruptores se podrán realizar de las siguientes formas:

- Mando eléctrico remoto por acción de la protección o desde el tablero de control ubicado en la sala de control.
- Mando eléctrico local, desde el tablero de control propio del interruptor.

Tanto las órdenes de cierre como las de apertura deberán ser bloqueadas si el interruptor se encuentra en la posición que se desea conseguir, a través de la citada orden. También se deberá prever un relé “antibombeo” en el circuito de cierre, que impida la repetición de la maniobra de cierre en el caso de una orden mantenida.

Independientemente del accionamiento, éste debe ser tal que se pueda efectuar el ciclo apertura – cierre - apertura a partir del interruptor cerrado, a la potencia nominal de cortocircuito, debiendo cumplir el accionamiento en conjunto el ciclo de operación, apertura – 0,3 s – cierre – apertura -3 min –

cierre - apertura (O- 0,3 s – CO – 3 min - CO), definido en el apartado correspondiente de la norma IEC 56, en las condiciones de funcionamiento establecidas.

#### **7.3.4.2 Tablero de accionamiento y control**

Con cada interruptor se suministrará un tablero de control y accionamiento, en el cual se alojará el control y mando del mismo, será fabricado de aluminio o de acero inoxidable, de tal manera de garantizar una buena resistencia a ambientes con altos índices de corrosión salina.

El tablero estará preparado para su instalación a la intemperie, con grado de protección IP-54 y juntas de neopreno.

Cada tablero irá provisto de una resistencia de calefacción protegida por interruptor automático con contactos de señalización (2NC). Asimismo, se preverá una toma de fuerza bipolar de 16 A, 230 V, 60 Hz.

Cada tablero deberá alojar en su interior los siguientes elementos como mínimo:

- Dispositivos eléctricos y/o mecánicos de antibombeo y disparo libre.
- Finales de carrera, enchufe y lámpara.
- Contador de operaciones.
- Manivela para accionamiento manual.
- Orejetas para candado en la puerta.

Bloque de (20) contactos auxiliares libres de tensión (10NA + 10NC), totalmente cableados hasta la regleta de bornes. Asimismo, del estado de carga de los resortes el mando, se preverán dos contactos NA y dos contactos NC, libres de potencial.

Lámparas indicadoras de posición (rojo y verde).

En dicho tablero irá colocado el selector “Local-Bloqueo-Remoto” y las regletas para conexión a los circuitos exteriores de mando, control y fuerza.

Asimismo, se montará un único juego de pulsadores de cierre y apertura con el fin de realizar maniobras locales durante los trabajos de mantenimiento.

El selector “Local-Bloqueo-Remoto” para la elección del modo de funcionamiento actuará:

- Con la llave selectora colocada en posición “Remoto” se transferirán los circuitos de mando al cuadro de control remoto, con lo cual se imposibilitará el accionamiento local del interruptor.

Con la llave colocada en posición “Local” será imposible el accionamiento eléctrico desde “Remoto”.

- En la posición “Bloqueo” estarán bloqueadas todas las órdenes del mando.

### **7.3.4.3 Placa de características**

Los Interruptores y sus dispositivos de maniobra deberán llevar una placa de acero inoxidable de características, insensibles a la intemperie y a la corrosión.

La placa deberá ser visible en la posición de instalación normal, y contendrá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparato.
- Número de serie.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal (kV)
- Nivel de aislamiento, frecuencia industrial, 1 minuto.
- Frecuencia nominal (Hz)
- Factor del primer polo
- Intensidad nominal en servicio continuo (A)
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo, 1,2/50  $\mu$ s (kv pico)
- Poder de corte en cortocircuito (kA)
- Poder de corte en discordancia de fases (kA)
- Poder de corte de líneas de vacío (A)
- Secuencia de maniobra.
- Poder de corte de cables de vacío (A)
- Poder de corte de batería única de condensadores (A)
- Poder de corte de batería múltiple de condensadores (A)
- Peso completo del interruptor (kg)

- Poder de cierre de batería de condensadores (KA)
- Línea de fuga de los aisladores soportes.
- Presión de gas para el corte (MPa o bar)

Cada tablero de mando y control deberá llevar una placa de características conteniendo los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de accionamiento.
- Número de serie.
- Año de fabricación.
- Presión asignada del gas para la maniobra (MPa o bar)
- Tensión de alimentación del motor y tolerancias (V)
- Frecuencia de alimentación de los dispositivos para maniobra y cierre (Hz)
- Potencia y par del motor.
- Peso del mando (Kg)
- Tensión de alimentación de las bobinas y tolerancias (V)
- Tensión de alimentación de la calefacción (V)

#### **7.3.4.4 Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de los interruptores serán las siguientes:

- |                         |        |                  |
|-------------------------|--------|------------------|
| - Nivel de tensión      |        | 60 Kv            |
| - Altitud               |        | <1 000msnm       |
| - Temperatura:          | Máxima | 30 °C            |
|                         | Media  | 15 °C            |
|                         | Mínima | 0 °C             |
| - Humedad relativa:     |        | 70 - 80%         |
| Condiciones sísmicas:   |        | 0,5 g horizontal |
|                         |        | 0,3 g vertical   |
|                         |        | 10 Hz            |
| - Velocidad del viento: |        | 60 km/hr         |



#### **7.3.4.5 Pruebas y ensayos**

- Los ensayos a efectuarse sobre los interruptores serán:
- Medida de la resistencia del circuito principal, según la norma IEC 56.
- Ensayos de tensión soportada de los circuitos de mando y auxiliares, según norma IEC 56.
- Ensayos de tensión en seco a frecuencia industrial del circuito principal, según norma IEC 56.
- Ensayos de funcionamiento mecánico, según norma IEC 56.
- Medida del tiempo máximo de rearmado del sistema de accionamiento.
- Tiempo de cierre y apertura, con gráfico de desplazamiento y velocidad de contactos
- Verificación de dimensiones.
- Ensayos de sobretensión y fugas del circuito de SF6 .

Se realizará un registro de la intensidad absorbida por el motor de carga de resortes a la tensión nominal de alimentación, por cada mando. El mencionado registro incluirá el pico de arranque y al menos los primeros segundos de funcionamiento.

El fabricante deberá además incluir un ejemplar de las hojas de Datos Técnicos Garantizados correspondientes a esta especificación.

### **7.4 Seccionador de Línea con Cuchilla de Puesta a Tierra**

#### **7.4.1 Objeto**

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte del Interruptor de Potencia que será instalado en la Subestación Lomas

#### **7.4.2 Descripción general**

Los seccionadores de línea serán de dos columnas por polo y estarán conformados por cuchillas principales con mando manual y motorizado, y cuchillas de puesta a tierra con mando manual solamente.

Todos los Seccionadores especificados en el presente documento, son para instalación a la intemperie

### 7.4.3 Descripción funcional

Los seccionadores objeto de esta especificación maniobrarán en vacío pero con tensión, admitiendo una pequeña corriente residual.

Los movimientos de apertura y cierre se efectuarán de forma progresiva y continua, sin vibraciones excesivas, tanto al inicio como al final del movimiento, así como en toda la extensión del recorrido, independientemente de cuales sean las condiciones ambientales.

Los enclavamientos del seccionador asegurarán la permanencia en las posiciones extremas (abierto-cerrado).

Para las cuchillas de puesta a tierra, el seccionador incorporará enclavamientos mecánicos entre éstas y las cuchillas principales.

### 7.4.4 Características técnicas

Los seccionadores deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en las Normas IEC 129 y deberán tener las siguientes características:

- Tensión nominal 60 kV
- Fabricante EFACEC
- Modelo SHDT 72.5
- Altura de Instalación <1000 msnm
- Tensión máxima de servicio 72,5 kV
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Resistencia a sobretensión a frecuencia
  - Industrial 60 Hz, 1 minuto 140 kV
  - Resistencia al impulso 1.2/50  $\mu$ s 325 kVp
- Corriente nominal 800 A
- Poder de corte nominal
  - Corriente de cortocircuito 3 $\emptyset$  simétrica 20 kA
- Número de polos 3
- Línea de fuga específica 31 mm/kV

#### Accionamiento

- Tensión de mando de las bobinas de cierre y Disparo 125 Vcc-220Vcc
- Tensión de alimentación del motor de carga 125Vcc-220Vcc



Los bornes de alta tensión deberán ser bimetálicos, y lisos. Los bornes de conexión deberán permanecer inmóviles durante las operaciones de apertura y cierre del seccionador.

#### **7.4.5.3 Aisladores**

Las columnas de los aisladores soporte deberán ser de porcelana esmaltada, que cumpla con los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados y cumplan con la norma IEC-273.

#### **7.4.5.4 Bastidor de los seccionadores**

Alojarán los elementos propios que aseguren una maniobra segura de los seccionadores.

Dispondrán de sistema de enclavamiento de operación entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra, del cual se suministrará información.

Igualmente se referirá el sistema empleado para el enclavamiento del seccionador en sus posiciones extremas, el cual deberá asegurar que una vez enclavado no haya posibilidad que cambie de posición.

El bastidor de cada uno de los polos de los Seccionadores deberá estar provisto de un terminal de puesta a tierra de tornillo de métrica 12 o similar y para un cable de tierra de 70 mm<sup>2</sup>. Este punto deberá marcarse con el símbolo de tierra en lugar visible. Este símbolo irá sobre una placa de material inalterable a la oxidación, fijada por dos tornillos. En caso que a través de la bancada se de tierra a las cuchillas de p.a.t., la bancada irá prevista, con dos terminales para la conexión, de 1 cables de cobre de 70 mm<sup>2</sup> en cada terminal.

#### **7.4.5.5 Placa de características de los polos**

Cada uno de los polos de los seccionadores de línea debe de llevar una placa de características de acero inoxidable o de aluminio, conforme al apartado correspondiente de la norma IEC 129 en última revisión, y tendrá como mínimo los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación del tipo.
- Número de serie / Año de fabricación.

- Tensión nominal.
- Resistencia a sobretensión de impulso 1,2/50  $\mu$ s.
- Resistencia a sobretensión de tipo maniobra.
- Tipo de aislador y longitud de la línea de fuga.
- Intensidad nominal.
- Intensidad admisible nominal de corta duración/tiempo.
- Intensidad dinámica.
- Esfuerzo mecánico sobre los bornes (en apertura horizontal) / Esfuerzo mecánico sobre los bornes.
- Peso del polo.

#### **7.4.5.6 Transmisiones**

Las cajas de transmisión y el resto de las piezas (bielas, cambios de giro, cojinetes, transmisiones, enlazamientos) se identificarán con los sentidos de giro, indicando en todas ellas sus esfuerzos máximos admisibles.

En los Seccionadores, se establecerán las distancias admisibles máximas entre polos que aseguren un correcto funcionamiento del sistema.

Dispondrán de un disco de enclavamiento de consignación por candado.

#### **7.4.5.7 Accionamientos**

Los motores de accionamiento y sus auxiliares se instalarán en un tablero de mando en el cual se alojarán también los aparatos de mando y control del mismo. Dicho tablero estará situado físicamente en la proximidad del seccionador o sobre su estructura soporte. El tablero estará preparado para su instalación a la intemperie, con un grado de protección IP-54.

Toda la tornillería que se emplee en los tableros de mando será de acero inoxidable.

Externamente, cada tablero irá provisto de los siguientes elementos:

- Orejetas en puerta para colocación de candado
- Lámparas o indicadores de posición
- Tornillo de puesta a tierra, debidamente identificado. Con placa atornillada con el símbolo de tierra. Esta placa será inalterable a la oxidación y sujeta por dos tornillos.

- Maneta de cierre sin cerradura
- Todos los mandos, de los seccionadores, podrán ser accionados localmente en emergencia, mediante manivela manual, debiendo existir un enclavamiento entre el accionamiento manual y el circuito de mando.
- Entre los mandos de los seccionadores de línea y las cuchillas de puesta a tierra, deberá existir un enclavamiento mecánico.
- Conmutador local (L), remoto (R), bloqueo (B) que realizará las siguientes funciones:

Posición ( R ) : Impedirá el mando local eléctrico manual.

Posición ( B ) : Impedirá el mando local y remoto.

Posición ( L ) : Impedirá el mando remoto y permitirá el mando eléctrico y/o manual al pie de aparato.

- Este conmutador tendrá cableadas a bornes las tres posiciones (L), ( R) y (B).
- Botones pulsadores o dispositivo similar para accionamiento eléctrico local.
- Electroimán de enclavamiento.
- Bloque de (20) contactos auxiliares libres de tensión (10NA + 10NC)  
Mecanismo de accionamiento manual.
- Lámpara con su interruptor de puerta.

Todos los circuitos y equipos auxiliares cumplirán con los apartados correspondientes de la norma IEC 129, referentes a la tensión de alimentación y frecuencia.

El mecanismo de accionamiento de cada polo llevará una placa de características de acero inoxidable o aluminio sujeta con dos tornillos, que cumpliendo con las normas contendrá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparato.
- Número de serie / Año de fabricación.
- Grado de protección del tablero (IP54)
- Tensión de alimentación de las bobinas / potencia de las bobinas.
- Tensión de alimentación del motor / potencia del motor.

Tensión de alimentación de la calefacción / potencia de la calefacción.

- Esquema eléctrico.
- Par a la salida del eje de la transmisión/velocidad (r.p.m.)

En el interior de los tableros de control se pondrá en la parte inferior, una barra de tierra de 30 x 5 mm con taladros de M6 separados cada uno 3 cm para poder conectar a la misma las pantallas de los cables exteriores.

El tablero se suministrará totalmente cableado hasta la regleta de bornes terminales, para efectuar en ellas todas las conexiones exteriores.

#### 7.4.5.8 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de los interruptores serán las siguientes:

- Nivel de tensión 60 Kv
- Altitud: 3 000msnm
- Temperatura:
 

Máxima	30 °C
Media	15 °C
Mínima	0 °C
- Humedad relativa: 70 - 80%
- Condiciones sísmicas:
 

	0,5 g horizontal
	0,3 g vertical
	10 Hz
- Velocidad del viento: 60 km/hr

#### 7.4.6 Pruebas y ensayos

Podrán realizarse los siguientes ensayos tipo, según IEC 129

- Ensayo de resistencia a sobretensión de impulso 1,2/50  $\mu$ s, según el apartado correspondiente de la norma citada: Con los seccionadores en posición abierta y cerrada, y con los Seccionadores de puesta a tierra en posición abierta.
- Ensayo de resistencia a sobretensión a frecuencia industrial durante un minuto.

Los seccionadores y mandos serán sometidos en fábrica a los siguientes ensayos y comprobaciones.

- Comprobación de dimensiones, aspecto general y acabados.

- Ensayos a frecuencia industrial en seco del circuito principal.
- Ensayos de tensión de los circuitos auxiliares y de mando.
- Medida de la resistencia del circuito principal. Esta medida se realizará en cada uno de los bornes principales, entre entrada y salida y en la propia cuchilla principal.
- Ensayos de funcionamiento mecánico.

## 7.5 Transformador de Corriente

### 7.5.1 Objeto

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte del Transformador de Corriente que será instalado en la Subestación Lomas

### 7.5.2 Descripción general

Los transformadores de corriente especificados, alimentarán los circuitos de corriente de los equipos de medición y protección de las instalaciones. Serán diseñados con aislamiento en resina epoxica con envolvente exterior de porcelana para instalación al intemperie.

### 7.5.3 Características técnicas

Los transformadores de intensidad deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 185 en última revisión, y deberán tener las siguientes características:

- Marca	ARTECHE	
- Modelo	CA – 72	CXG-36
- Altura de Instalación	<1000 msnm	
- Tensión máxima de servicio	72,5 kV	24 kV
- Tensión nominal	60 kV	22.9 kV
- Frecuencia nominal	60 Hz	
- Resistencia a sobretensión a frecuencia		
- Industrial 60 Hz, 1 minuto	140 kV	50 kV
Resistencia al impulso 1.2/50 $\mu$ s	325 kVp	150 kV
- Corriente de cortocircuito 3 $\emptyset$ simétrica	20 kA	



- Línea de fuga específica		31 mm/kV
- N° de Núcleos secundarios		3
- Relación de transformación (60kV)		30-70-175/5/5/5 A
- Relación de transformación (22.9kV)		50-125-250/5 A
- N° de secundarios:		3
- Potencias y clases de precisión:		
1°y2°	Secundario (protección)	
	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
3°	Secundario (medición)	
	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	0,2

Los transformadores de intensidad deberán estar diseñados de forma tal, que para una intensidad primaria igual a la intensidad térmica permanente nominal y estando los arrollamientos secundarios con sus cargas nominales con factor de potencia igual a la unidad, el calentamiento de los arrollamientos a la temperatura ambiente, no deberá exceder los 60° C.

Los transformadores de intensidad deberán ser capaces de soportar sin daño las sollicitaciones térmicas y mecánicas producidas por las intensidades de cortocircuito especificadas anteriormente.

Los límites de error de intensidad y de fase del núcleo de medición y los de intensidad, fase y error compuesto de los núcleos de protección, no deberán exceder los valores indicados en las Tablas correspondientes de la norma IEC 185, con una carga inductiva igual a la potencia de precisión.

#### **7.5.4 Características constructivas y ambientales**

##### **7.5.4.1 Características constructivas**

Los circuitos magnéticos del transformador serán de forma toroidal y estarán contruidos con chapa magnética arrollada, de acero de grano orientado y de muy bajas pérdidas específicas. El material de los arrollamientos, será de hilo de cobre de alta conductividad eléctrica, aislado con barniz o sustancia similar.

Los bornes de A.T. serán de aluminio, plateados, roscados, siendo capaces de soportar un tiro longitudinal de 100 daN y un tiro simultáneo de 10 daN en cualquier dirección perpendicular a la anterior.

Los arrollamientos secundarios de los transformadores de intensidad se conectarán a una caja de conexiones situada en la parte inferior del transformador, protegida contra intemperie. Los bornes deberán ser del tipo de tornillo con tuerca, adecuadas para conexión de cables de hasta 10 mm<sup>2</sup> de sección (provistos de terminales de compresión con forma de arandela) y deberán llevar un dispositivo que permita cortocircuitar cada arrollamiento independientemente. Los cables externos entrarán por la parte inferior a la caja de conexiones.

Tanto los bornes de arrollamiento primario como las de los arrollamientos secundarios, deberán identificarse mediante marcas de polaridad indelebles. La identificación de los bornes deberá estar de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la norma IEC 185.

Como elementos accesorios, el transformador debe disponer como mínimo de los siguientes:

- Auxiliares para el izado del equipo.
- Puentes para el cambio de la relación de transformación en el primario.
- Accesorios para cortocircuitar los secundarios en bornes de forma independiente.

#### **7.5.4.2 Placa de características**

Los transformadores de intensidad deberán estar provistos de una placa de características y esquema de conexiones fijada al transformador en un lugar visible, la placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella, como mínimo, y de forma indeleble, las características que se indican a continuación:

- Transformador de intensidad.
- Fabricante.
- Tipo.
- N° de serie.
- Año de fabricación.

- Intensidades nominales primaria y secundaria.
- Frecuencia nominal.  
Potencia de precisión, clase de precisión, factor límite de precisión y límite de intensidad extendida de cada arrollamiento secundario.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensiones nominales de aislamiento, para ensayo a frecuencia industrial, y de impulso.  
Intensidad térmica nominal de cortocircuito e intensidad dinámica nominal.
- Clase de aislamiento.
- Utilización de arrollamiento secundario y bornes correspondientes.
- Peso total.

#### **7.5.4.3 Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño del Transformador de Corriente son los siguientes:

- |                         |        |                  |
|-------------------------|--------|------------------|
| - Nivel de tensión      |        | 66 Kv            |
| - Altitud:              |        | <1 000msnm       |
| - Temperatura:          | Máxima | 30 °C            |
|                         | Media  | 15 °C            |
|                         | Mínima | 0 °C             |
| - Humedad relativa:     |        | 70 - 80%         |
| - Condiciones sísmicas: |        | 0,5 g horizontal |
|                         |        | 0,3 g vertical   |
|                         |        | 10 Hz            |
| - Velocidad del viento: |        | 50 km/hr         |

#### **7.5.5 Pruebas y ensayos**

Todos los transformadores de intensidad se montarán completamente en fábrica con todos sus accesorios y excepto cuando se especifique lo contrario, serán sometidos en fábrica a los siguientes ensayos y comprobaciones:

## Ensayos individuales

Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios, micrados de protecciones anticorrosivas y estado general.

- Comprobación de placas y de las marcas de polaridad de los bornes de los arrollamientos.
- Ensayo de tensión inducida a frecuencia industrial del arrollamiento primario de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la norma IEC 185 en su última edición.
- Ensayo de tensión inducida a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios, de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 185 en su última edición.
- Ensayo de sobretensión entre espiras, de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 185 en su última edición.
- Determinación de los límites de error de intensidad (relación) y de ángulo de fase de cada uno de los núcleos de protección a la frecuencia nominal con una carga conectada igual a la carga de precisión nominal y factor de potencia inductiva de 0,8 para una intensidad primaria igual a la intensidad nominal.
- Determinación de los errores de intensidad (relación) y ángulo de fase del núcleo de medida a frecuencia nominal, para cada uno de los valores de intensidad que se indican en la norma IEC 185 en su última edición.
- Determinación del error compuesto de cada uno de los núcleos de protección, de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la norma IEC 185 en su última edición.
- Medida de la capacidad y la tangente de aislamiento.
- Medida de descargas parciales, de acuerdo con lo indicado en la norma. Este ensayo se efectuará posteriormente a los ensayos de aislamiento, debiendo figurar en los protocolos los valores reales medidos en el ensayo.

## **7.6 Transformador de Tensión Capacitivo**

### **7.6.1 Objeto**

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas del Transformador de Tensión Capacitivo que será instalado en la Subestación Lomas

### 7.6.2 Descripción general

Los transformadores alimentarán los circuitos de tensión de los equipos de medición y protección de las instalaciones. Serán diseñados con aislamiento de papel-aceite y porcelana para instalación al intemperie, con sellado hermético.

### 7.6.3 Características técnicas

Los transformadores de tensión serán para conexión fase-tierra, estarán diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 186 en última revisión, y deberán tener las siguientes características:

- Marca	ARTECHE
- Modelo	DDG – 72
- Altura de Instalación	<1000 m.s.n.m.
- Tensión máxima de servicio entre fases	72,5 kV
- Tensión nominal entre fases	60 kV
- Frecuencia nominal	60 Hz
- Línea de fuga específica	25 mm/kV
- Relación de transformación	60:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV
- Potencias y clases de precisión:	
1°Secundario (medición)	
Potencia de precisión	30 VA
Clase de precisión	0,2
2°Secundario (protección)	
Potencia de precisión	30 VA
Clase de precisión	3P
- Factor de tensión nominal:	
- En servicio continuo	1,2
- En máximo de 30 segundos	1,5
- Gama alta de frecuencia	100 – 500 kHz
Resistencia equivalente serie	<= 40 Ohmios
- Resistencia a sobretensión a frecuencia industrial, 60 Hz. 1 minuto	140 kV

- Resistencia a sobretensión de impulso  
1,2/50  $\mu$ s 325 kVp
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial
- entre los secundarios y tierra 3 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial  
entre los arrollamientos secundarios 3 kV

El calentamiento de los arrollamientos del Transformador de Tensión a la temperatura ambiente no deberá exceder los 60°C, en las condiciones expuestas en la norma IEC 186 en su última edición.

#### **7.6.4 Características constructivas y ambientales**

##### **7.6.4.1 Características constructivas**

Los transformadores de tensión capacitivos estarán constituidos por un divisor de tensión capacitivo, que se utilizará asimismo como condensador de acoplamiento, y un elemento electromagnético, conectado entre el borne de tensión intermedio del divisor de tensión capacitivo y tierra, comprendiendo esencialmente un transformador de tensión inductivo y una reactancia inductiva, que podrá estar incorporada total o parcialmente en el transformador de tensión inductivo, para compensación de la reactancia del divisor de tensión.

Dicho divisor de tensión capacitivo (condensador de acoplamiento) estará constituido por una o varias unidades condensadoras conectadas eléctricamente en serie. Estas unidades estarán constituidas por uno o varios elementos condensadores conectados eléctricamente en serie y formados por armaduras de aluminio, separadas por papel dieléctrico impregnado. Los elementos de condensador que constituyen cada unidad estarán comprimidos entre sí, inmersos en aceite y alojados en una envuelta cilíndrica de porcelana herméticamente cerrada y equipada con compensadores de acero inoxidable.

Las porcelanas serán vidriadas con perfil de aleta alternada para conseguir las líneas de fuga requeridas.

El borne de alta tensión del transformador de tensión deberá ser de aluminio  $\varnothing$  30x80 mm, cilíndrico y liso y deberá estar dispuesto verticalmente.

El borne de baja tensión del divisor de tensión capacitivo será accesible y aislado de tierra. Entre él y tierra se conectará el dispositivo de protección para corrientes portadoras de alta frecuencia, consistente en:

- Una bobina de drenaje que presente una impedancia insignificante a frecuencia industrial, pero apreciable a la frecuencia del sistema de corriente portadoras. Sus características básicas serán las siguientes:

Impedancia máxima a 50 Hz  $< 15$  Ohms ( $L \leq 47$  mH)

Impedancia mínima entre 30 kHz y 500 kHz  $> 7.500$  Ohms ( $L \geq 40$  mH)

Intensidad nominal en permanencia 1 A

Un descargador de protección, de tensión nominal  $< 500$  V a fin de limitar la tensión aplicada al equipo de corrientes portadoras.

Una cuchilla de puesta a tierra que permita poner a tierra el equipo de corrientes portadoras, para su ajuste y mantenimiento, sin necesidad de poner fuera de servicio el Transformador de Tensión Capacitivo.

La bobina de drenaje, el descargador de protección y la cuchilla de puesta a tierra, deberán estar adecuadamente protegidos contra intemperie. En caso de estar alojados en una caja común, la cuchilla de puesta a tierra podrá maniobrase desde el exterior, sin necesidad de abrir la caja.

Los transformadores de tensión capacitivos serán preferentemente de seguridad reforzada, del tipo de baño en aceite, con aislamiento de papel impregnado absolutamente estancos y con aislamiento exterior de porcelana vidriada, que garantice los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados. La cuba deberá estar provista de un sistema de preservación de aceite, a fin de compensar las variaciones del nivel de aceite, mediante una cámara de gas inerte, además, estará equipada con nivel de aceite, tapón de llenado y tapón de vaciado con dispositivo de toma de muestras de aceite.

Entre el arrollamiento primario y los arrollamientos secundarios se colocará una pantalla adecuada, que se conectará a tierra a través de un borne seccionable.

El extremo de línea del arrollamiento primario del transformador inductivo se conectará al borne de tensión intermedia del divisor de tensión capacitivo y otro extremo del arrollamiento primario se conectará a tierra a través de un borne situada en la caja de conexiones.

En serie con el primario del transformador se conectará una reactancia para la compensación del ángulo de desfase introducido por el divisor capacitivo. El conjunto irá equipado con una serie de tomas para ajuste de la precisión, tomas que irán situadas en una caja registrable.

El aislamiento entre los secundarios y tierra y/o la pantalla del transformador de tensión se reforzará de modo que soporte una tensión de ensayo de 3 kV.

El transformador estará provisto de dispositivos de amortiguamiento de los fenómenos producidos por ferorresonancia, dispositivos de los que el fabricante deberá dar instrucciones para su verificación periódica.

Los arrollamientos secundarios del transformador se conectarán a una caja de conexiones protegida contra intemperie, a bornes tipo de tornillo con tuerca, adecuados para conexión de cables provistos de terminales de compresión con forma de arandela. Los bornes secundarios deberán ir equipados con condensadores con tensión nominal  $\geq 400$  V y capacidad  $\geq 4500$  pF para reducir las sobretensiones fase-neutro que pudieran presentarse por maniobras de A.T.

Los cables externos entrarán por la parte inferior de la caja de conexiones. A tal efecto, la caja de Bornes secundarias deberá ir equipada con prensaestopas.

Tanto los bornes del arrollamiento primario como los de los arrollamientos secundarios deberán identificarse mediante marcas de polaridad indelebles. La identificación de los bornes deberá estar de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 186 en última edición.

La conexión a tierra del transformador se realizará en la cuba del transformador. Esta conexión deberá estar identificada y será apta para admitir un terminal para cable de 70 mm<sup>2</sup>.

Los transformadores de tensión deberán estar previstos para anclaje a soportes metálicos por medio de pernos.



Todas las piezas metálicas de naturaleza férrica irán galvanizadas, de tal manera de garantizar una buena resistencia a ambientes corrosivos.

#### **7.6.4.2 Placa de características**

El transformador de tensión capacitivo, deberá estar provisto de una placa de características y esquema de conexiones fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Transformador de Tensión Capacitivo.
- Fabricante.
- Tipo.
- N° de fabricación.
- Año de fabricación.
- Peso total.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensión nominal primaria.
- Tensiones nominales secundarias.
- Tensiones nominales de aislamiento, a frecuencia industrial.
- Frecuencia nominal.
- Potencia y clase de precisión de cada arrollamiento secundario.
- Potencia de resistencia de calefacción.
- Factor de tensión nominal y duración nominal.
- Tipo de cada arrollamiento secundario y bornes correspondientes.
- Valores y números de serie (si procede) de los condensadores C1 y C2
- Capacidad asignada entre bornes de alta y baja tensión

$$CN = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

#### **7.6.4.3 Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de los Transformadores serán las siguientes:

- Altitud:		<1000 m.s.n.m.
- Temperatura:	Máxima	30 °C
	Media	15 °C
	Mínima	0 °C
- Humedad relativa:		70 – 80 %
- Condiciones sísmicas:		0,5 g horizontal
		0,3 g vertical
		10 Hz
- -Velocidad del viento:		60 km/h

### 7.6.5 Pruebas y ensayos

Todos los transformadores de tensión se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a los siguientes ensayos y comprobaciones:

#### Ensayos individuales

- Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.
  - Comprobación de placas y de las marcas de polaridad de las Bornes de los arrollamientos del transformador.
  - Medida de la capacidad a frecuencia industrial del divisor de tensión capacitivo antes del ensayo entre bornes, de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC 358 en su última edición.
  - Ensayo de tensión a frecuencia industrial entre bornes del divisor de tensión capacitivo, de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC 358 en su última edición.
  - Medida de la capacidad a frecuencia industrial y de la tangente del ángulo de pérdidas del divisor de tensión capacitivo después del ensayo de tensión entre bornes, de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de la Norma IEC 358.
  - Ensayo de tensión a frecuencia industrial entre el borne de baja tensión del divisor de tensión capacitivo y el borne de tierra, de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de la Norma IEC.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial entre secundarios y tierra.

Ensayo de tensión a frecuencia industrial del arrollamiento primario del transformador inductivo de tensión intermedia, de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de la Norma IEC 186.

- Ensayo de tensión a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios entre sí.
- Determinación de los errores de tensión (de relación y de ángulo de fase) del arrollamiento secundario de protección, para tensiones aplicadas del 5%, 80%, 100%, 120% y 150% de la tensión primaria nominal, con cargas del 25% y del 100% de la potencia de precisión nominal y un factor de potencia inductivo de 0,8.
- Determinación de errores de tensión (de relación y ángulo de fase) del arrollamiento secundario de medición para tensiones aplicadas del 80%, 100% y 120% de la tensión primaria nominal con cargas conectadas del 25% y del 100% de potencia de precisión nominal y un factor de potencia inductivo de 0,8.
- Ensayo de descargas parciales, de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la Norma IEC.

#### Ensayos tipo

- Ensayo de tensión con onda de choque completa, de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la Norma IEC 186.
- Ensayo de calentamiento, de acuerdo con el Capítulo 46 de la Norma IEC 186
- Ensayo de ferorresonancia
- Ensayo de medida del nivel de Radiointerferencias (RIV)
- Ensayo de respuesta transitoria

Los ensayos tipo especificados pueden ser sustituidos por protocolos de prueba realizados en un laboratorio oficial sobre un transformador similar al solicitado en esta Especificación Técnica.

## 7.7 Pararrayos

### 7.7.1 Objeto

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte del Pararrayo que será instalado en la Subestación Lomas

### 7.7.2 Descripción general

El fin de los pararrayos descritos en la presente especificación es la protección de los equipos e instalaciones de la red contra las sobretensiones peligrosas que puedan presentarse.

### 7.7.3 Características técnicas

Los pararrayos deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC 99-4 y deberán tener las siguientes características:

- Marca	OBLUM
- Modelo	ZAQ-60-SC/SC-TZB-2R
- Modelo	ZAB-21-SC/SC-TZB-2R
- Altura de Instalación	<1000 msnm
- Tensión máxima de servicio	72,5 kV      17kV
- Tensión nominal	60 kV      21kV
- Frecuencia nominal	60 Hz
- Resistencia a sobretensión a frecuencia :	
- Industrial 60 Hz, 1 minuto	140 kV
- Resistencia al impulso 1.2/50 $\mu$ s	325 kVp      , 170 kVp
- Línea de fuga específica	31 mm/kV
- Capacidad de disipación de energía mínima	4,5 kJ/kV
- Intensidad nominal de descarga	10 kA
Tipo de servicio	Continuo
Clase	2
- Contador de descargas	Si

## **7.7.4 Características constructivas y ambientales**

### **7.7.4.1 Características constructivas**

Los pararrayos deberán ser de Oxido metálico, y estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envolvente polimérica herméticamente cerrada, y deberá tener un limitador de presión.

Los pararrayos deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante pernos, estando éstos excluidos del suministro. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos. Se deberá disponer para cada uno de ellos de un contador de descargas provisto de un indicador amperímetro. A tal efecto, el terminal de tierra del pararrayos deberá aislarse de los soportes metálicos mediante una base aislante adecuada.

### **7.7.4.2 Placa de características**

Los pararrayos deberá tener también una placa de características y esquema de conexiones fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Fabricante.
- Tipo de identificación del pararrayos completo.
- N° de fabricación.
- Año de fabricación.
- Normas.
- Peso total.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensión de operación continua (COV)  
Máxima tensión de operación continua fase-tierra (MCOV)
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.
- Corriente de descarga nominal.

- Corriente asignada al limitador de presión en kA eficaces.
- Clase de descarga de la línea.
- Nivel de contaminación soportado por la porcelana.
- Contador de descarga.
- Fabricante.
- Tipo.
- N° de fabricación.

#### **7.7.4.3 Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño deL Pararrayos será lo siguiente:

- |                         |        |                  |
|-------------------------|--------|------------------|
| - Nivel de tensión      |        | 60 Kv            |
| - Altitud:              |        | <1 000msnm       |
| - Temperatura:          | Máxima | 30 °C            |
|                         | Media  | 15 °C            |
|                         | Mínima | 0 °C             |
| - Humedad relativa:     |        | 70 - 80%         |
| - Condiciones sísmicas: |        | 0,5 g horizontal |
|                         |        | 0,3 g vertical   |
|                         |        | 10 Hz            |
| - Velocidad del viento: |        | 50 km/hr         |

#### **7.7.5 Pruebas y ensayos**

Todos los pararrayos se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a los siguientes ensayos, de acuerdo con la norma IEC 99-4:

Ensayos tipo.

- Ensayos de rutina.
- Ensayos de recepción.

##### **7.7.5.1 Ensayos tipo**

Los ensayos tipo serán los siguientes:

- Ensayo de soportabilidad del aislamiento.
- Ensayo de tensión residual:
  - Con impulso de frente escarpado (1/20  $\mu$ s)
  - Con impulso tipo rayo.
  - Con impulso de maniobra.
- Ensayo de soportabilidad de impulso de corriente de larga duración.
- Ensayos en condiciones de servicio.
- Ensayos para determinar la característica tensión a frecuencia industrial frente al tiempo.
- Ensayo del limitador de presión.
- Ensayos de dispositivos de desconexión para los pararrayos.
- Ensayo de polución artificial.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de estanqueidad (si es aplicable).
- Ensayo de media del nivel de radiointerferencias.

#### **7.7.5.2 Ensayos de rutina**

Los ensayos de rutina a efectuar por el fabricante serán como mínimo:

- Medida de la tensión de resistencia.
- Ensayo de la tensión residual.
- Ausencia de descargas parciales y ruido de contactos.
- Ensayo de estanqueidad sobre cada elemento del pararrayos.
- El fabricante detallará en su oferta de que manera piensa realizar los ensayos sobre los pararrayos, si por bloques, unidades completas u otro sistema, pero siempre de acuerdo a la norma IEC 99-4.

### **7.8 Transformador de Tensión Inductivo**

Los transformadores de tensión serán unipolares, para instalación exterior; con aislamiento externo de resina cicloalifática.

Los transformadores, estarán diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 185 en última revisión, y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio entre fases	24 kV
Tensión nominal entre fases	22,9 kV

Frecuencia nominal	60 Hz
Resistencia a sobretensión a frecuencia industrial 1 minuto	60 Hz, 50Kv
Resistencia a sobretensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	125 kVp
Numero de Núcleos secundarios	1
Relación de transformación	22.9/ $\sqrt{3}$ / 0.10/3 kV
Potencia y clase precisión	30 VA – cl. 0,2

Los conductores internos deberán estar adecuadamente reforzados teniendo en cuenta los niveles de tensión.

Los transformadores de tensión deberán tener una placa, con inscripciones en idioma castellano, situada en lugar visible, y deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Código del equipo.
- Tipo.
- Relación de transformación
- Temperatura de trabajo.
- Clase de aislamiento.
- Tensión de impulso.
- Frecuencia nominal.
- Clase de precisión.
- Año de fabricación.
- Potencia.
- Error de relación.
- Error de desfasaje.

### Pruebas

Los transformadores de tensión deberán ser sometidos a pruebas de fabricación, según las normas IEC.

Las pruebas tipo a que deberán ser sometidos los transformadores de corriente entre otras son:

- Prueba de resistencia a las corrientes de cortocircuito nominales.



Prueba térmica.  
 Prueba dinámica.  
 Prueba de calentamiento.  
 Prueba de ondas de choque.  
 Corriente nominal de seguridad.  
 Prueba de precisión (arrollamientos de medida).  
 Prueba de precisión (arrollamientos de protección).  
 Error de tensiones.  
 Error de fase.  
 Error compuesto.  
 Factor límite de precisión.  
 Medición de la tangente delta.  
 Medición de las descargas parciales.

Además se deberán realizar las siguientes pruebas individuales en talleres del fabricante, que serán para el control final de la fabricación :

Verificación del marcado de los bornes.  
 Prueba a frecuencia industrial de los arrollamientos primario.  
 Prueba a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios.

## 7.9 Seccionador de Línea y de puesta a Tierra

Los seccionadores serán de operación tripolar, para servicio exterior con mando manual de operación mecánica y las cuchillas de puesta tierra también serán de mando manual

Los seccionadores deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la última revisión de la norma IEC 56; y deberán tener las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	24 kV
Tensión nominal	22.9 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Resistencia a sobretensión a frecuencia industrial 60 Hz, 1 minuto	50 Kv
Resistencia a sobretensión de impulso 1.2/50 $\mu$ s	125 Vp
Corriente nominal	630 A

### Requerimientos de Diseño y Construcción

El seccionador de puesta a tierra deberá estar previsto de cerrar cuando el seccionador este abierto. Asimismo deberán estar equipados con contactos auxiliares por los menos cinco pares de contactos.

### Datos de Placa

Los seccionadores deberán tener una placa, con inscripciones en idioma castellano, situada en lugar visible, y deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Código del equipo
- Tipo
- Corriente nominal
- Tensión nominal
- Tensión máxima de servicio
- Tensión de impulso
- Frecuencia nominal
- Año de fabricación
- Peso total del seccionador

### Accesorios

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados con cada seccionador:

- Placa de identificación.
- Mecanismo de operación manual.
- Contactos auxiliares.

### Pruebas

Los seccionadores deberán ser sometidos a pruebas de fabricación según las normas IEC.

Si el fabricante hubiese sometido anticipadamente a pruebas un seccionador, de acuerdo a Normas, el fabricante remitirá los certificados de las pruebas tipo, atestiguando que el seccionador y sus dispositivos cumplen con las exigencias solicitadas en las presentes Especificaciones Técnicas.

Las pruebas tipo a que deberán ser sometidos los seccionadores entre otras son:

- Pruebas en los aisladores y terminales.
- Pruebas de operación mecánico.

Pruebas dieléctricas.

## 7.10 Interruptor de Recierre

### 7.10.1 Objeto

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte del Recloser que será instalado en la Subestación Lomas

### 7.10.2 Descripción General

Este equipo es trifásico con accionamiento tripolar para instalación a la intemperie, su sistema de extinción de arco es en SF<sub>6</sub>. con mecanismo de operación eléctrico y mecánico , marca Whipp Bourne, su operación puede ser Remota y Local. Su operación normal para el sistema, será de mando Remoto. La selección del modo de operación se realiza con un selector ubicada en la caja de control del recloser.

La apertura y cierre del Recloser no está condicionado, pero existe enclavamiento eléctrico con el seccionador de Barra y su cierre será impedido si la condición de la batería cae mas allá de los requisitos mínimos , por lo tanto no podrá cerrarse hasta que la corriente de cierre alcance el nivel mínimo

Estarán diseñados tanto para el corte de la plena corriente de cortocircuito como para la maniobra de líneas en vacío y/o de pequeñas intensidades inductivas.

### 7.10.3 Características Técnicas

Los Recloser s deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la última revisión de la norma IEC 56; y deberán tener las siguientes características:

- |   |              |
|---|--------------|
| - Tensión nominal                         | 22.9 kV      |
| - Fabricante                              | Whipp Bourne |
| - Altura de Instalación                   | <1000 msnm   |
| - Tensión máxima de servicio              | 38 kV        |
| - Frecuencia nominal                      | 60 Hz        |
| - Resistencia a sobretensión a frecuencia |              |
| - Industrial 60 Hz, 1 minuto              | 50 kV        |
| - Resistencia al impulso 1.2/50 μs        | 150kVp       |
| - Corriente nominal                       | 560 A        |

Corriente de cortocircuito 3Ø simétrica	12 kA
- Número de polos	3
<b>Elementos auxiliares:</b>	
- Tensión de mando de las bobinas de cierre y <b>Disparo</b>	125 Vcc 220 Vcc
- Tensión de alimentación de los circuitos de Calefacción y de la toma auxiliar de fuerza	230 Vca

#### **7.10.4 Características constructivas y ambientales**

##### **7.10.4.1 Características generales**

Los terminales para conexión serán de dimensiones adecuadas para la intensidad nominal del recloser y para soportar los esfuerzos dinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

Los aisladores soportes del recloser deberán ser de porcelana.

Todos los elementos del recloser que estén sometidos al paso de la corriente del cortocircuito, deberán soportar los efectos térmicos de esta corriente durante 3 segundos. Asimismo, deberán soportar sin deterioro los efectos electrodinámicos producidos por el valor de cresta de la citada corriente.

El recloser estará equipado con transformadores de corriente instalados en los aisladores, de acuerdo con lo indicados en las tablas de datos

##### **7.10.4.2 Caja control**

Es la caja en el cual se alojará el control y mando del mismo, será fabricado de aluminio o de acero inoxidable, de tal manera de garantizar una buena resistencia a ambientes con altos índices de corrosión salina.

La caja de control estará preparado para su instalación a la intemperie, con grado de protección IP-54 y juntas de neopreno.

La caja de control sera provisto de una resistencia de calefacción y de contactos auxiliares.

En dicho Caja de Control irá colocado el selector “Local-Remoto” y las regletas para conexión a los circuitos exteriores de mando, control y fuerza.

### 7.10.4.3 Placa de características

El Recloser deberá llevar una placa de acero inoxidable de características, insensibles a la intemperie y a la corrosión.

La placa deberá ser visible en la posición de instalación normal, y contendrá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Número de serie.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal (kV)  
Nivel de aislamiento, frecuencia industrial, minuto.
- Frecuencia nominal (Hz)
- Intensidad nominal en servicio continuo ( $\Lambda$ )
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo, 1,2/50  $\mu$ s (kv pico)
- Poder de corte en cortocircuito ( $k\Lambda$ )
- Poder de corte en discordancia de fases ( $k\Lambda$ )
- Poder de corte de líneas de vacío ( $\Lambda$ )
- Peso completo del Recloser (kg)
- Línea de fuga de los aisladores soportes.  
Presión de gas para el corte (MPa o bar)

### 7.10.4.4 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño del Recloser será el siguiente:

- |                         |                   |                 |
|-------------------------|-------------------|-----------------|
| - Nivel de tensión      |                   | 60 Kv           |
| - Altitud:              |                   | <1 000msnm      |
| - Temperatura:          | Máxima            | 30 °C           |
|                         | Media             | 15 °C           |
|                         | Mínima            | 0 °C            |
|                         | Humedad relativa: | 70 - 80%        |
| - Condiciones sísmicas: |                   | 0,5g horizontal |
|                         |                   | 0,3 g vertical  |
|                         |                   | 10 Hz           |
| - Velocidad del viento: |                   | 50 km/hr        |

#### 7.10.4.5 Pruebas y Ensayos

Los ensayos a efectuarse sobre el Recloser serán:

- Medida de la resistencia del circuito principal, según la norma IEC 56.
- Ensayos de tensión en seco a frecuencia industrial del circuito principal, según norma IEC 56.
- Ensayos de funcionamiento mecánico, según norma IEC 56.
- Medida del tiempo máximo de rearmado del sistema de accionamiento.
- Tiempo de cierre y apertura,
- Verificación de dimensiones.

### 7.11 Estructuras Metálicas

#### 7.11.1 Objeto

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas para el diseño, fabricación, pruebas, embalaje y transporte de la estructura que será instalado en la Subestación Lomas

#### 7.11.2 Características Técnicas

##### Perfiles

Los perfiles laminados serán de acero al carbono de preferencia acero de corte anticorrosivo, conforme a la norma ASTM A36 y a la designación st 37-2 de la norma DIN 17100. las propiedades mínimas de estos aceros se indica a continuación:

	<b>ASTM</b>	<b>DIN st 37-2</b>
- Esfuerzo de fluencia (kg/mm <sup>2</sup> )	25	24
- Resistencia en tensión (kg/mm <sup>2</sup> )	37-41	37-45
- Alargamiento de rotura (%)	25%	25%

Las propiedades dimensiones de los perfiles serán las indicadas en las tablas de los perfiles de la norma ASTM A36 : “Standard Specification for General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes Sheet Piling and Bars for Structural Use”. Cualquier variación de estas propiedades deberá limitarse a las tolerancias establecidas en la misma norma.

## Pernos

Todos los pernos serán de cabeza y tuerca hexagonal y sus características se ajustarán a lo indicado en la norma ASTM A394: Galvanized Steel transmission Tower bolts and nuts”. Alternativamente podrán usarse pernos fabricados de acero con bajo contenido de carbono, según ASTM A307 (SAE Grado 2), los que serán galvanizados en caliente de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM A153 para materiales de las clases C y D. En cualquiera de los casos los pernos tendrán una resistencia a la tensión mecánica mínima de 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **7.11.3 Características Constructivas y Ambientales**

Características constructivas:

#### Materiales

Las propiedades dimensionales de los perfiles serán las indicadas por la designación correspondiente de la Norma ASTM A6 y cualquier variación en la misma deberá encontrarse dentro de las tolerancias establecidas por la misma norma para tal efecto.

En caso de que los perfiles llegados al taller presenten encorvaduras, torcimientos y otros defectos, en un grado que exceda las tolerancias de la norma ASTM A6, el supervisor podrá autorizar la ejecución de los trabajos correctivos mediante el uso controlado de calor o procedimientos mecánicos de enderezado, los cuales serán de cargo y cuenta del fabricante.

#### Tolerancias de Fabricación

La variación de la longitud real de cualquier elemento de la estructura respecto a su longitud detallada, no será mayor que 1/16” (1.6 mm.) para elementos de 30’ (9,144 mm) de longitud y menores, ni mayores que 1/8” (3.2mm) para elementos sobre los 30’ de longitud.

Las tolerancias para la desviación respecto de la linealidad de los elementos de la estructura no será mayor de 1/1000 de la distancia entre sus puntos de conexión.

La tolerancia respecto a las posiciones mutuas de los huecos no será mayor que 0.5 mm. Para huecos ubicados en una misma conexión, ni mayor que 1.0 mm. Para huecos ubicados en distintas conexiones del mismo elemento. No se admitirá ninguna tolerancia en la posición de los ejes de los huecos respecto de los ejes del elemento.

### Corte

El corte de los materiales podrá hacerse térmicamente (con oxiacetileno) o por medios mecánicos (cizallado, aserrado, etc.). Los elementos una vez cortados deberán quedar libres de rebabas y los bordes deben aparecer perfectamente rectos.

### Doblado

Los elementos de la estructura que necesiten ser doblados, serán doblados preferentemente en caliente, Donde por razones particulares los elementos son doblados en frío, el material será posteriormente “recalentado” para aliviarlo de tensiones y restaurar sus propiedades originales.

### Perforación de Huecos

Todas las perforaciones son efectuadas en el taller de fabricación y previamente al galvanizado. Las perforaciones se efectuarán con taladro pero también pueden ser punzonadas a un diámetro 1/8” (3.2 mm.) menor que el diámetro final y luego terminadas con taladro.

El diámetro final de los huecos será 1/16” (1.6 mm.) mayor que el diámetro del perno que van a alojar y su aspecto será perfectamente circular, libre de rebabas y grietas. Los elementos con perforaciones que no cumplan esta descripción serán rechazados.

### Marcado

Todos los elementos de la estructura serán identificados con una marca de números y/o letras correspondiente a la designación establecida en los planos de fabricación para cada uno de ellos.

Las marcas serán estampadas en cada elemento previamente al galvanizado y deberán ser claramente legibles después del mismo.

### Galvanizado

Todos los elementos de la estructura serán galvanizados por inmersión en caliente conforme a lo indicado en las Normas ASTM A 123-78 y ASTM A 153-80.

El galvanizado se llevará a cabo después que se hayan efectuado todas las operaciones de corte, doblado y perforación de huecos. La superficie de los materiales a ser galvanizados deberá estar limpia y libre de incrustaciones, escamaduras u óxido.

El peso de recubrimiento de zinc que debe aplicarse sobre materiales con un espesor menor a 1/5” (6.44mm.) no será menor que 610 gr/m<sup>2</sup>. En materiales con



un espesor de 1/4" y mayores, el peso del recubrimiento no será menor que 702 gr/m<sup>2</sup> en promedio y en ningún caso individual menor que 610 gr/m<sup>2</sup>.

El recubrimiento de zinc será liso y de espesor razonablemente uniforme, Deberá estar bien adherido y no se desprenderá como consecuencia de las operaciones normales de manipuleo y montaje. Las protuberancias, glóbulos o depósitos de zinc que interfieran con el uso planeado del material no serán permitidos.

#### Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de las estructuras serán las siguientes:

Altitud:		<1000 m.s.n.m.
Temperatura:	Máxima	30 °C
	Media	15 °C
	Mínima	0 °C
Humedad relativa:		70-80% (poco frecuente)
Condiciones sísmicas:		0,5 g horizontal
		0,3 g vertical
		10 Hz
Velocidad del viento:		70 km/h

#### **7.11.4 Pruebas y Ensayos**

En principio, en cada lote de material se efectuarán las siguientes pruebas:

Prueba de tracción.

Prueba de doblado.

Prueba de resiliencia.

Prueba de Galvanización (Conforme a la Norma VDE 210) o ASTM equivalente.

Pruebas de Rotura (Conforme a la Norma ASTM-A143).

Pruebas de Cromatización, según Norma ASTM B201.

Las pruebas a llevar a cabo sobre los pernos y las tuercas, así como los métodos de selección de muestras y los criterios de selección o rechazo, serán conformes a los requerimientos de la Norma DIN 267(hojas 3 y 4) o ASTM equivalentes

## 7.12 Conductor de Aleación de Aluminio para Barras Flexibles

### 7.12.1 Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizará como barra flexible para conexión entre equipos de la subestación Lomas.

### 7.12.2 Normas Aplicables

El conductor de aleación de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación.

Para inspección y pruebas:

IEC 1089	Round wire concentric lay overhead electrical stranded <b>conductors</b>
IEC 104	Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors

Para fabricación:

ASTM B398	Aluminium alloy 6201-T81 wire for electrical purposes
ASTM B399	Concentric-lay-stranded aluminium alloy 6201-T81 conductors

### 7.12.3 Descripción del Material

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambón de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha, las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor tendrá las siguientes características:

Sección nominal	120 mm <sup>2</sup>
Sección real	119,75 mm <sup>2</sup>
Numero de alambres	37

Diámetro exterior	14,21 mm <sup>2</sup>
carga de rotura mínima	3667 kg
Corriente nominal	340 A
Resistencia eléctrica en C.C. a 20 °C	0,2797 hm/km

#### **7.12.4 Fabricación**

El conductor de aleación de aluminio se fabricará en una parte de la planta especialmente acondicionada para tal propósito; durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar su contaminación por cobre u otros materiales que puedan causarle efectos adversos.

En el proceso de fabricación del conductor, el fabricante deberá prever que el conductor contenido en cada bobina no tenga empalmes de ningún tipo.

#### **7.12.5 Pruebas Tipo**

Estas pruebas están orientadas a verificar las principales características del conductor, las cuáles dependen fundamentalmente de su diseño. Las Pruebas Tipo; comprenden:

Prueba de soldadura de los alambres de aleación de aluminio.

Prueba para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stress-strain) del conductor.

Prueba para determinar la carga de rotura del conductor.

Solo se aceptarán certificados de pruebas realizadas con anterioridad para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stess-strain) a prototipos siempre y cuando la composición química del material y el método de fabricación no hayan cambiado; las otras dos pruebas se realizarán según lo establecido en la norma IEC 1089 y presencia del representante del Propietario.

#### **7.12.6 Pruebas de muestreo**

Estas pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los conductores; comprenden:

Determinación de la sección transversal del conductor.

Medición del diámetro del conductor.

Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)

Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor.

Verificación de la superficie del conductor.

Verificación de la relación del cableado y la dirección del cableado

Las pruebas de muestreo se realizarán en presencia del representante del Propietario.

## **7.13 Elementos de fijación para conductores**

### **7.13.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas de los elementos de fijación para los conductores que se utilizarán en la Subestación Lomas.

### **7.13.2 Normas de Fabricación**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

UNE 21-159	Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión
ASTM 153	Standard specification for zinc-coating (hot-dip) on iron and steel hardware

### **7.13.3 Alcance**

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

Conector recto cable - pletina

Conector derivación en T cable - cable

Conector derivación en T cable - pletina

### **7.13.4 Características Generales**

#### Materiales

Los materiales para la fabricación de los elementos de fijación del conductor serán de aleación de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

### Fabricación, aspecto y acabado

La fabricación de los elementos de fijación, materia de la presente especificación técnica se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

### Medidas y tolerancias

Las medidas de las piezas deberán estar de acuerdo con las indicadas en los planos del proyecto o en un plano o catálogo del fabricante.

Salvo indicación contraria, para las medidas acotadas en las que no se especifique tolerancia alguna, se aplicarán las tolerancias siguientes:

Medidas hasta 35 mm	+0,7 mm
Medidas superiores a 35 mm	+ - 2%

### Protección anticorrosiva

Todos los componentes de los elementos de fijación y empalme deberán ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico pueda originar corrosión de naturaleza electrolítica.

Los materiales férricos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 153.

### Elementos roscados

Salvo especificaciones en sentido contrario, se utilizarán roscas con perfil métrico.

Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, etc.

Siempre que en un elemento se realice la fijación del conductor mediante componentes roscados, el fabricante entregará la información respecto al torque de apriete.

### Características mecánicas

Las características mecánicas a comprobar son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, estricción y resiliencia.

Las características obtenidas de los ensayos y análisis deberán estar de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas en el numeral 5.13.2 de la presente especificación referentes al material y tratamiento que corresponda a los elementos de fijación. En el caso que el proceso o el material no se ajuste a lo especificado en las normas indicadas en el numeral 5.13.2, el fabricante facilitará y justificará, previamente, las características mecánicas que correspondan.

### Características eléctricas

Las piezas presentarán características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

#### **7.13.5 Marcas**

Todos los accesorios tendrán marcado, con caracteres indelebles y fácilmente legibles, como mínimo, la siguiente información:

El nombre del fabricante o marca de fábrica.

La referencia o número de catálogo según el fabricante.

Año de fabricación.

#### **7.13.6 Características Técnicas**

Los metales o aleaciones que entren en la composición de los conectores deberán ser estables en el tiempo por su misma naturaleza o por su tratamiento.

Su diseño se basará en los siguientes principios:

##### Eléctricos

Asegurar la repartición satisfactoria de la corriente en los conductores o cables de guarda unidos.

La resistencia eléctrica del conjunto no será superior al 75% de la correspondiente a la longitud igual a la del conductor.

No producir calentamientos superiores a los del conductor.

No emitir efluvios ni perturbaciones radioeléctricas por encima de los valores fijados.

## Mecánicos

Tener las cargas especificadas de rotura o de deslizamiento en relación con la carga de rotura nominal del conductor o cable de guarda al que van destinados igual a los valores consignados en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Resistir, en servicio, los fenómenos de corrosión y calentamiento.

Oponerse eficazmente a su aflojamiento en servicio. Sus características no se verán afectadas por las vibraciones u oscilaciones del conductor así como por las variaciones de la tensión mecánica.

### **7.13.7 Inspección y Pruebas**

Todos los elementos de fijación y empalme para el conductor deberán cumplir, donde sea pertinente, con las pruebas Tipo, de Muestreo y de Recepción, descritas en la norma UNE 21-159.

#### **7.13.7.1 Pruebas Tipo**

Los elementos para fijación y empalme, materia de la presente especificación deberán cumplir satisfactoriamente las pruebas Tipo. Se aceptarán reportes certificados de pruebas Tipo que demuestren que los elementos de fijación y empalme han pasado satisfactoriamente estas pruebas, siempre y cuando el diseño de tales elementos y empalmes y los requerimientos de pruebas no hayan cambiado.

Las pruebas Tipo, de acuerdo con la norma UNE 21-159, comprenden:

- Control del material de los elementos de fijación.
- Comprobación de la fabricación.
- Comprobación de las medidas.
- Comprobación de los elementos roscados.
- Ensayo de la carga de rotura de la grapa de anclaje.
- Ensayo de deslizamiento de la grapa de anclaje y conectores.
- Comprobación de las características eléctricas.

#### **7.13.7.2 Pruebas de Muestreo**

Control de los materiales de los elementos de fijación.

- Comprobación del aspecto y acabado de los elementos de fijación.

- Comprobación de las medidas.
- Comprobación de la protección anticorrosiva.
- Comprobación de los elementos roscados.
- Ensayo de la carga de rotura de la grapa de anclaje.
- Ensayo de deslizamiento de la grapa de anclaje y conectores.
- Comprobación de la estructura metalográfica.
- Comprobación de las marcas.

## **7.14 Tablero de Protección, Medición y Señalización**

### **7.14.1 Objeto**

La presente especificación tiene por objeto definir las Características Técnicas que regirán para el diseño, fabricación de los Tableros de protección, medición y señalización, que serán instalados en la Sala de Control de las Subestación Lomas.

### **7.14.2 Ámbito de Aplicación**

La presente especificación será de aplicación para los tableros de protección, medición y señalización, que se instale en la sala de control, los que deberán garantizar una operación satisfactoria a alturas de instalación de 1000 m.s.n.m.

### **7.14.3 Descripción General**

Los Tableros descritos en la presente especificación servirá para la protección, medición y señalización del modulo de transformación y Celda de Llegada ; Los tableros serán del tipo autoportado y fabricados a base de perfiles estructurales y planchas de acero de acabado liso, para ser instalados al interior.

En la parte frontal de los tableros se instalaran los equipos de protección, el panel de alarmas y equipos de medición; Los tableros deberán tener acceso tanto por la parte anterior como posterior. Además, deberá preverse iluminación interior al momento de abrirse la puerta.

### **7.14.4 Características Técnicas**

Los tableros deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC y se deberán considerar las siguientes características:

Dimensiones y peso.

Dimensiones de ángulos.



Cables.

Instrumentos indicadores Multifunción.

Contadores de energía electrónicos.

Equipos de protección Multifunción.

#### **7.14.5 Características Constructivas y Ambientales**

##### **7.14.5.1 Características constructivas**

Los tableros serán autosoportados, blindados, sin partes bajo tensión accesibles, con un grado de protección IP55, y deberán suministrarse completos con todos sus componentes debidamente ensamblados y cableados, listos para la puesta en servicio.

Cada tablero deberá ser construido considerando un 20 % de borneras de reserva con un mínimo de 10 unidades para futuras ampliaciones y/o modificaciones.

Los tableros deberán cumplir como mínimo con los siguientes requerimientos:

- Los componentes de los tableros deberán ser de última tecnología, con características iguales o mejores a los señalados en estas especificaciones técnicas.

Para el cableado de los circuitos de corriente y control, se utilizarán conductores de cobre cableado con calibres mínimos de 4 y 2,5 mm<sup>2</sup> respectivamente, cubiertos con aislamiento de polietileno, resistente al calor, a la humedad y no inflamable, con un nivel de aislamiento de 1000 V.

- La protección contra cortocircuitos y sobrecargas de los diferentes circuitos deberá realizarse por medio de interruptores termomagnéticos.
- Los tableros contarán con una señal luminosa que indique pérdida de tensión auxiliar de corriente continua, esta señal deberá ser alimentada en corriente alterna.
- Los circuitos de corriente para medición y protección tendrán borneras del tipo cortocircuitables para efectuar con facilidad los puentes en los cables que conecten la parte secundaria de los transformadores de corriente, y de este modo dejar libre la parte interna del tablero.

- Todos los cables deberán ser marcados adecuadamente, de tal forma que se identifique con claridad el circuito al cual pertenecen; los cuáles se instalarán dentro de canaletas de plástico de fácil acceso.
- Deberán proveerse borneras o regletas terminales de 1000 V y 30 A para las conexiones de todos los cables de control, las cuáles estarán provistas de una tira de marcación de vinílico, de tal manera que cada punto terminal y cada regleta esté debidamente identificada, las marcas serán hechas con tinta indeleble. Las regletas o borneras deberán estar separadas en secciones de acuerdo con funciones determinadas, por ejemplo: circuitos de corriente, circuitos de tensión, mandos del interruptor, telemedida, etc.

El código de identificación de colores de los conductores será el siguiente:

Circuitos secund. de los transf. de tensión:	Rojo
Circuitos secund. de los transf. de corriente:	Azul
Circuitos en corriente alterna:	Verde
Neutro:	Blanco
Protección y puesta a tierra:	Amarillo

- Cables de salida trifásicos para circuitos en corriente alterna:

-Fase A:	Negro
-Fase B:	Azul
-Fase C:	Rojo

- Cables alimentadores de corriente continua

Positivo:	Blanco
Negativo:	Negro

El diseño de los tableros deberá ser tal que permita retirar cualquiera de los equipos sin necesidad de afectar a los demás ni de remover conectores u otros elementos.

Las planchas de los extremos laterales de los tableros deberán ser removibles, de modo que permitan adicionar o eliminar tableros.

Los tableros tendrán en la parte inferior una plancha metálica con agujeros para el ingreso de los cables de control; estos agujeros tendrán tapas removibles para facilitar el montaje y mantener la hermeticidad del tablero. La puerta deberá llevar empaquetaduras de material adecuado y resistente para dotar al tablero de la hermeticidad solicitada (grado de protección IP55 según IEC).

Todas las partes metálicas serán limpiadas y protegidas contra óxidos mediante un proceso basado en fosfatos o equivalentes, el que será seguido inmediatamente por dos capas de impregnación de pintura anticorrosiva, añadiéndose las capas necesarias de acabado con sistema vinílico de color gris claro.

Los tableros estarán equipados con ganchos o anillos de diseño adecuado, fijados en la parte superior, capaces de soportar el peso de todo el tablero con su equipamiento interior completo.

Los equipos de medición, protección, etc., serán instalados en la parte frontal de los tableros correspondientes; estos equipos serán del tipo empotrable, provistos de cubierta de plástico removible para protección contra el polvo.

Los equipos de protección deberán llevar una placa de identificación que indiquen las funciones de protección y las fases a las que protegen.

Las cubiertas y/o carcasas de los equipos componentes que normalmente no estén conectadas a las partes energizadas de los circuitos principales o auxiliares, deberán conectarse a tierra mediante un conductor de sección no menor a 4 mm<sup>2</sup>. La continuidad de este conductor debe estar asegurada.

El neutro de los circuitos de tensión y corriente deberá conectarse a la barra del neutro y a la barra de tierra del tablero.

El proveedor suministrará los relés auxiliares necesarios para garantizar una adecuada operación de los sistemas de protección, señalización y control.

El sistema de alarma sonora se instalará en la parte superior del tablero de protección.

Se deberá proveer placas de identificación para lo siguiente:

- Para la identificación de cada tablero: una en la parte superior frontal y otra en la parte superior posterior, estas placas serán fabricadas de material plástico laminado, con fondo color negro y letras blancas; estarán fijadas con tornillos de cabeza no visible.
- Para la identificación de la función de cada dispositivo y/o equipo, en la parte exterior e interior del tablero.

Los tableros deberán estar provistos de borneras de pruebas, de forma que cada circuito pueda ser probado mediante la aplicación de tensión y corriente, sin necesidad de energizar todo el Sistema.

Los tableros, donde sea necesario, deberán estar provistos de borneras para enviar y/o recibir las señales transmitidas por el sistema de control y mando.

Todos los tableros deberán tener una barra de cobre de 5x25 mm fija en la parte posterior inferior de los mismos para puesta a tierra. Esta barra llevará un terminal de cobre para un conductor de 70 a 120 mm<sup>2</sup>, del mismo material.

Además, los equipos y dispositivos de señalización de los tableros deberán estar en la capacidad de ser alimentados con una tensión de servicio auxiliar de 125 Vcc.

#### **7.14.6 Sistema de alarmas**

Los tableros serán suministrados con un sistema de alarmas que deberá permitir tener localmente señalización visual y auditiva para las señales requeridas.

El bloque anunciador de alarmas se alimentará con tensión auxiliar en corriente continua, tendrá un mínimo de 36 señales y tendrá las siguientes características:

Una sirena con alimentación en corriente continua.

Una sirena con alimentación en corriente alterna.

Botones pulsadores para funciones de:

- Prueba de lámparas.
- Prueba de función.
- Silenciador de bocina.
- Reconocimiento de alarma.

Reposición.

El suministro del bloque anunciador de alarmas deberá incluir placas de señalizaciones de repuestos sin grabar (36 unidades).

#### **7.14.7 Equipos de protección**

Los equipos de protección, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas ediciones de las siguientes normas IEC 51, IEC73, IEC117, IEC221, IEC387, que les sean aplicables.

Los equipos de protección serán de intervención rápida, cuya operación será iniciada por efectos de fallas entre fases, fase tierra, sobrecargas permanentes u otras anomalías en el sistema eléctrico.

Los equipos de protección deberán ser electrónicos, digitales y con funcionamiento basado en microprocesadores, de múltiples funciones de protección y de conexión directa a los transformadores de medición.

Los equipos de protección, también deberán ser autoverificables y del tipo para empotrar y extraíbles, de conexión eléctrica posterior, a prueba de polvo, con cubierta removible y ventana transparente, para ser instalados en tableros metálicos. Además los equipos deberán estar en la posibilidad de ser conectados al sistema SCADA, contando con puertos de comunicación para permitir el acceso local o remoto, con la finalidad de verificar el estado de los equipos, extraer información almacenada en ellos, realizar cambios de ajustes, etc.

Los ajustes serán almacenados en memoria permanente y los datos serán conservados aún en caso de falla de la tensión de alimentación.

Deberán estar diseñados para trabajar con variaciones de tensión auxiliar de  $\pm 20\%$  del sistema de corriente continua de la Subestación.

El consumo en Voltamperios deberá ser el más bajo posible y deberán estar provistos de enchufes de pruebas de tipo corredizo u otro, a fin de poder efectuar pruebas sin necesidad de mover el relé.

Los equipos de protección Multifunción, deberán tener como mínimo las siguientes funciones de protección:

##### Protección diferencial del transformador (87T)

Protegerá al transformador de potencia trifásico de dos arrollamientos; será configurable internamente de acuerdo a la relación de transformación y grupo de

conexión del transformador, además deberá contar con ajustes de restricción de armónicos, saturación de transformadores y sobre-excitación.

La protección tendrá flexibilidad en la aplicación mediante un amplio rango de ajustes y de facilidades de configuración.

#### Relé de Bloqueo (86T)

Será un relé multicontacto de alta velocidad, siendo su aplicación en el disparo de interruptores debido a fallas internas en el transformador ó por actuación de la protección diferencial del transformador. Siendo su reposición por mando eléctrico o manual.

#### Protección de sobrecorriente de fases y fase-tierra (50/51 y 50N/51N)

La protección de sobrecorriente deberá ser instantánea y temporizada, con posibilidad de selección de curvas de tiempo inverso, muy inverso, definido y otras, tanto para fallas entre fases, como para fallas a tierra, con ajustes y rangos independientes. La función de tiempo definido deberá tener retardo de tiempo ajustable.

#### Registrador de fallas (RF)

Función complementaria al esquema de protección, que permitirá el registro de información sobre el comportamiento del sistema, permitiendo su evaluación posterior, registrando la forma de onda de las señales de tensión y corriente durante los disturbios.

#### Registrador de eventos (RE)

Función complementaria al esquema de protección, que permitirá almacenar la información de perturbaciones, con indicación de la fecha, hora, causa de la perturbación, tensiones, corrientes y estado del relé.

En caso de la interrupción de la alimentación los sucesos serán almacenados en memoria no volátil.

### **7.14.8 Analizador de redes**

Los equipos analizadores de redes, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas ediciones de las siguientes normas IEC 51, IEC73, IEC117, IEC221, IEC387, que les sean aplicables.

Los equipos analizadores de redes multifunción, estarán basados en tecnología de microprocesadores, con características de operación totalmente programables.

Además, los equipos deberán ser del tipo numérico, para empotrar en tablero y de conexión posterior, a prueba de polvo y con cubierta transparente removible.

Los equipos deberán contar con display local, para la lectura directa de los parámetros eléctricos; Además los equipos deberán estar preparados para comunicarse con el Sistema SCADA, a través de una red de área local, a implementarse a futuro.

Las relaciones de transformación deberán ser programables; el suministro incluirá el Software de programación para las calibraciones, lector óptico, accesorios de interfase a computadora, manuales completos de instalación, operación y mantenimiento, etc.

Los analizadores de redes multifunción tendrán la capacidad de registrar como mínimo los siguientes parámetros eléctricos:

Tensión entre fases y fase – tierra.

Corriente por fase.

Corriente a tierra.

Potencia activa.

Potencia reactiva.

Potencia aparente.

Frecuencia.

Factor de potencia.

#### **7.14.9 Condiciones Ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de los tableros serán las siguientes:

Altitud:		<1000 m.s.n.m.
Temperatura:	Máxima	30 °C
	Media	15 °C
	Mínima	0 °C
Humedad relativa:		70 - 80 %
Condiciones sísmicas:		0,5 g horizontal
		0,3 g vertical
		10 Hz

#### **7.14.10 Pruebas y Ensayos**

Los Tableros de Protección, Medición y Señalización se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a las siguientes inspecciones y pruebas, como mínimo:

Inspección general.

Revisión del cableado.

Pruebas individuales de los equipos que integran los tableros, tales como instrumentos, relés, etc.

Pruebas funcionales.

#### **7.14.11 Cumplimiento de las normas técnicas nacionales e internacionales**

Los Tableros objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas IEC y que les sean aplicables en tanto en cuanto no se opongan a lo indicado en esta Especificación.



## **CAPITULO VIII SISTEMA DE MALLA A TIERRA**

### **8.1 Objetivo**

El objetivo del presente capítulo es presentar los principios y criterios, utilizados para determinar las dimensiones de la malla de puesta a tierra de la S.E. Las Lomas, ubicado en el Departamento de Piura.

### **8.2 Consideraciones de diseño**

El diseño de la malla de puesta a tierra se realiza bajo las prescripciones de la Norma ANSI/IEEE 80, "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding" que establece la metodología para determinar la resistencia de puesta a tierra y los potenciales de toque y paso máximos a los cuales están expuestas las personas dentro de las instalaciones del sistema de puesta a tierra.

Se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Debe proporcionar un camino de baja impedancia a las corrientes a tierra, a fin de que sea detectado por los equipos de protección. Esto asegurará que la falla a tierra será eliminada rápidamente.
- Controlar los gradientes de potencial a valores tolerables a fin de proteger a las personas. Una persona está expuesta básicamente a tres tipos de gradientes de potencial: Tensión de toque, Tensión de paso, y Potencial transferido.
- Proteger el equipo y las instalaciones asociadas.
- Los seres humanos son muy vulnerables a los efectos de las corrientes eléctricas. Una corriente tan pequeña como 100 mA puede ser letal. Los efectos fisiológicos más comunes de la corriente eléctrica, en orden de incremento de magnitud, son:
  - Hormigueo
  - Contracción muscular
  - Pérdida de la conciencia
  - Fibrilación ventricular

- Asfixia
  - Quemaduras
- Las mallas o electrodos de puesta a tierra se componen de conductores y varillas longitudinales. El material utilizado en este proyecto es cobre. La malla se entierra a una profundidad de 0,60 metros por debajo del nivel del terreno.

### **8.3 Malla a Tierra**

#### **8.3.1 Instalación**

La instalación de la malla profunda, se considera como parte de las obra civil.

Se dispone de una malla de puesta a tierra, formada por conductores de cobre desnudo de 70mm<sup>2</sup> de sección, formando cuadrículas de 7mx8m, enterrado a 0.8m de profundidad, ocupando todo el área de la subestación de aproximadamente 1852m<sup>2</sup>.

Para reforzar la malla tierra se colocara en el perímetro electrodos de tierra del tipo cooperweld de 16mm de diámetro. Todas las uniones de cable realizadas en la malla tierra serán ejecutadas con soldadura exotérmica

Se garantiza que las tensiones de paso y de toque en el interior de la subestación o en sus proximidades estén dentro de los límites

#### **8.3.2 Comprobación al final de la instalación**

- Comprobación mediante medición, que el valor de la resistencia de la malla tierra sea igual a menor al valor obtenido
- Comprobación de la tensión de toque y de paso, que los valores calculados sea igual a menor al valor obtenido, ya que permitirá la completa seguridad del personal operativo

### **8.4 Mediciones de campo**

Se realizó las mediciones de campo, en el terreno donde se construirá la subestación Las Lomas, con la finalidad de determinar los valores de la resistividad aparente del terreno. Las mediciones se realizaron bajo el método de la Caída de Potencial. En el cuadro se indica los valores obtenidos.

Dimensiones: 46.60 x 39.75 metros

Tabla 8.1 Mediciones de campo

Nº De Pruebas	Distancias de Estacas (m)	Valor Medido (p/d)	Resistividad Aparente ( Ohm.m )
1	1	5.00	5.00
2	3	1.17	3.52
3	5	0.57	2.87

Tabla 8.2 Datos del equipo de medición

<b>Equipo de Medida</b>	Megometro
<b>Marca</b>	Megabras
<b>Modelo</b>	MTD 20kWe
<b>Serie</b>	OC118L

## 8.5 Cálculos justificativos

### 8.5.1 Datos Generales

Tabla 8.3 Datos generales para calculo de la resistencia de la malla tierra

$\rho_o$	=	Resistividad aparente del Terreno	(*)
$I_{cc}$	=	Intensidad de Corriente de Cortocircuito	1.50 kA (**)
$\rho_{SI}$	=	Resistividad Superficial del Terreno interior de la S.E.(grava).	3000 $\Omega$ -m
$\rho_{SE}$	=	Resistividad Sup. del Terreno al exterior de la Subestación	1100 $\Omega$
$T$	=	Tiempo de apertura de los relés de potencia	0,20 seg
$E$	=	Espesor de la capa superficial	0,10 m
$L$	=	Largo de la Subestación	46,60 m
$A$	=	Ancho de la subestación	39,75 m
$H$	=	Profundidad de enterramiento	0.80 m
$D$	=	Diámetro de la Varilla de cobre	16 mm
$\rho_H$	=	Resistividad promedio del hombre entre ambos pies	1000 $\Omega$ -m

(\*) De acuerdo a las mediciones de resistividad del terreno.

(\*\*) Valor en el nivel de 60 kV

### 8.5.2 Sección mínima teórica del Conductor

$$S_c = \frac{I_{cc}}{1973 \sqrt{\frac{\text{Log} \left( \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)}{33t}}} \dots\dots\dots (8.1)$$

Donde:

- S : Sección teórica en mm<sup>2</sup> .
- T<sub>m</sub> : Temperatura Máxima permisible en el conductor °C = 362 °C
- T<sub>a</sub> : Temperatura Ambiente en °C (20 °C.)
- T : Tiempo de apertura del relé (0.50 seg).
- I<sub>cc</sub> : 1.50 kA de acuerdo al Proyecto Definitivo.

Con lo cual

$$S = 8.8966 \text{ mm}^2 \text{ (Según temperatura fund. del conductor)}$$

De acuerdo al Proyecto definitivo se considera :

$$S = 70 \text{ mm}^2$$

### 8.5.3 Calculo de la resistencia de malla a tierra

Para el calculo de la resistencia de la malla a tierra , se hizo uso de un programa para calculo de malla de tierra, el cual utiliza algoritmos para modelar todos los componentes de la malla a tierra formando una serie de ecuaciones que describen la interacción de estos componentes

El programa modela el suelo con dos capas , el cual se considera bastante preciso para el diseño de la malla a tierra

Se adjunta los parámetros introducidos para el corrido del programa para el modelamiento de la malla a tierra

**a) Datos de medición de la resistividad del terreno**

Tabla 8.4 Datos solicitados por el Software

D(mm)	Long(m)	Ohm-m C1	Ohm-m C2	Altura	Iter
14.00	0.20	50.00	100.00	3.50	30

Tabla 8.5 Resistividades medidas en el terreno

S(m)	Ohm-m
1.00	5.00
2.00	3.52
3.00	2.87

**b) Datos y configuración de los conductores de la malla**

Tabla 8.6 Datos de configuración

Soil	Rho1	Rho2	H(m)<-GrdSoil(SMW)
2 Capas	5.28	2.46	1.51

Tabla 8.6 Dato de corriente en la malla

Id Malla	Amp
Las Lomas	1500.00

**Conductores horizontales**

Tabla 8.7 Datos para los conductores horizontales

Malla	D(mm)	ZZ(m)	X1(m)	Y1(m)	X2(m)	Y2(m)	NoXX	NoYY	NSXX	NSYY
1	10.75	0.80	0.00	0.00	44.45	38.60	06	07	10	10

**Varillas verticales**

Tabla 8.8 Datos para los conductores verticales

Malla	D(mm)	LL(m)	ZZ(m)	X1(m)	Y1(m)	X2(m)	Y2(m)	NoXX	NoYY	NSZZ
1	16.00	2.40	0.80	0.00	0.00	44.45	38.60	0	0	1

**c) Reporte de la resistencia de puesta a tierra**

Terreno de dos capas

- Resistividad 1ra capa: 5.28 Ohm-m
- Resistividad 2da capa: 2.46 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa: 1.51 m

No.	IdMalla	Parcial	Total	Inyectados	Disipados	Tensión
1	1	0.034	0.034	1500.00	1500.00	40.2

Seg. No.	Longitud Amperios	Radio metros	Radio mm	Coordenadas en metros ----->					
				X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
1	24.6940	8.89	5.250	0.00	0.00	0.80	8.89	0.00	0.80
2	23.2698	8.89	5.250	8.89	0.00	0.80	17.78	0.00	0.80
3	22.7558	8.89	5.250	17.78	0.00	0.80	26.67	0.00	0.80
4	23.2698	8.89	5.250	26.67	0.00	0.80	35.56	0.00	0.80
5	24.6940	8.89	5.250	35.56	0.00	0.80	44.45	0.00	0.80
6	18.7373	8.89	5.250	0.00	7.72	0.80	8.89	7.72	0.80
7	16.0955	8.89	5.250	8.89	7.72	0.80	17.78	7.72	0.80
8	15.6144	8.89	5.250	17.78	7.72	0.80	26.67	7.72	0.80
9	16.0955	8.89	5.250	26.67	7.72	0.80	35.56	7.72	0.80
10	18.7373	8.89	5.250	35.56	7.72	0.80	44.45	7.72	0.80
11	17.6747	8.89	5.250	0.00	15.44	0.80	8.89	15.44	0.80
12	14.7669	8.89	5.250	8.89	15.44	0.80	17.78	15.44	0.80
13	14.2098	8.89	5.250	17.78	15.44	0.80	26.67	15.44	0.80
14	14.7669	8.89	5.250	26.67	15.44	0.80	35.56	15.44	0.80
15	17.6747	8.89	5.250	35.56	15.44	0.80	44.45	15.44	0.80
16	17.6747	8.89	5.250	0.00	23.16	0.80	8.89	23.16	0.80
17	14.7669	8.89	5.250	8.89	23.16	0.80	17.78	23.16	0.80
18	14.2098	8.89	5.250	17.78	23.16	0.80	26.67	23.16	0.80
19	14.7669	8.89	5.250	26.67	23.16	0.80	35.56	23.16	0.80
20	17.6747	8.89	5.250	35.56	23.16	0.80	44.45	23.16	0.80
21	18.7373	8.89	5.250	0.00	30.88	0.80	8.89	30.88	0.80
22	16.0956	8.89	5.250	8.89	30.88	0.80	17.78	30.88	0.80
23	15.6144	8.89	5.250	17.78	30.88	0.80	26.67	30.88	0.80
24	16.0956	8.89	5.250	26.67	30.88	0.80	35.56	30.88	0.80
25	18.7373	8.89	5.250	35.56	30.88	0.80	44.45	30.88	0.80
26	24.6940	8.89	5.250	0.00	38.60	0.80	8.89	38.60	0.80
27	23.2699	8.89	5.250	8.89	38.60	0.80	17.78	38.60	0.80
28	22.7559	8.89	5.250	17.78	38.60	0.80	26.67	38.60	0.80
29	23.2699	8.89	5.250	26.67	38.60	0.80	35.56	38.60	0.80
30	24.6940	8.89	5.250	35.56	38.60	0.80	44.45	38.60	0.80
31	21.9112	7.72	5.250	0.00	0.00	0.80	0.00	7.72	0.80
32	20.6275	7.72	5.250	0.00	7.72	0.80	0.00	15.44	0.80
33	20.1836	7.72	5.250	0.00	15.44	0.80	0.00	23.16	0.80
34	20.6275	7.72	5.250	0.00	23.16	0.80	0.00	30.88	0.80
35	21.9110	7.72	5.250	0.00	30.88	0.80	0.00	38.60	0.80
36	17.0589	7.72	5.250	7.41	0.00	0.80	7.41	7.72	0.80
37	14.2452	7.72	5.250	7.41	7.72	0.80	7.41	15.44	0.80
38	13.7763	7.72	5.250	7.41	15.44	0.80	7.41	23.16	0.80

39	14.2452	7.72	5.250	7.41	23.16	0.80	7.41	30.88	0.80
40	17.0588	7.72	5.250	7.41	30.88	0.80	7.41	38.60	0.80
41	15.9240	7.72	5.250	14.82	0.00	0.80	14.82	7.72	0.80
42	12.9384	7.72	5.250	14.82	7.72	0.80	14.82	15.44	0.80
43	12.4108	7.72	5.250	14.82	15.44	0.80	14.82	23.16	0.80
44	12.9384	7.72	5.250	14.82	23.16	0.80	14.82	30.88	0.80
45	15.9239	7.72	5.250	14.82	30.88	0.80	14.82	38.60	0.80
46	15.6188	7.72	5.250	22.23	0.00	0.80	22.23	7.72	0.80
47	12.5964	7.72	5.250	22.23	7.72	0.80	22.23	15.44	0.80
48	12.0543	7.72	5.250	22.23	15.44	0.80	22.23	23.16	0.80
49	12.5964	7.72	5.250	22.23	23.16	0.80	22.23	30.88	0.80
50	15.6187	7.72	5.250	22.23	30.88	0.80	22.23	38.60	0.80
51	15.9240	7.72	5.250	29.63	0.00	0.80	29.63	7.72	0.80
52	12.9384	7.72	5.250	29.63	7.72	0.80	29.63	15.44	0.80
53	12.4108	7.72	5.250	29.63	15.44	0.80	29.63	23.16	0.80
54	12.9384	7.72	5.250	29.63	23.16	0.80	29.63	30.88	0.80
55	15.9239	7.72	5.250	29.63	30.88	0.80	29.63	38.60	0.80
56	17.0589	7.72	5.250	37.04	0.00	0.80	37.04	7.72	0.80
57	14.2452	7.72	5.250	37.04	7.72	0.80	37.04	15.44	0.80
58	13.7763	7.72	5.250	37.04	15.44	0.80	37.04	23.16	0.80
59	14.2452	7.72	5.250	37.04	23.16	0.80	37.04	30.88	0.80
60	17.0588	7.72	5.250	37.04	30.88	0.80	37.04	38.60	0.80
61	21.9112	7.72	5.250	44.45	0.00	0.80	44.45	7.72	0.80
62	20.6275	7.72	5.250	44.45	7.72	0.80	44.45	15.44	0.80
63	20.1836	7.72	5.250	44.45	15.44	0.80	44.45	23.16	0.80
64	20.6275	7.72	5.250	44.45	23.16	0.80	44.45	30.88	0.80
65	21.9110	7.72	5.250	44.45	30.88	0.80	44.45	38.60	0.80
66	1.8393	0.71	5.250	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	1.51
67	13.6207	1.69	5.250	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	3.20
68	1.8393	0.71	5.250	44.45	0.00	0.80	44.45	0.00	1.51
69	13.6207	1.69	5.250	44.45	0.00	1.51	44.45	0.00	3.20
70	1.8393	0.71	5.250	0.00	38.60	0.80	0.00	38.60	1.51
71	13.6208	1.69	5.250	0.00	38.60	1.51	0.00	38.60	3.20
72	1.8393	0.71	5.250	44.45	38.60	0.80	44.45	38.60	1.51
73	13.6208	1.69	5.250	44.45	38.60	1.51	44.45	38.60	3.20

#### d) Reporte del modelo del terreno de 2 capas

Parámetros iniciales

- Resistividad 1ra capa: 50.00 Ohm-m
- Resistividad 2da capa: 100.00 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa: 3.50 m

Resultado: Convergencia alcanzada.

## Parámetros estimados

- Resistividad 1ra capa: 5.28 Ohm-m
- Resistividad 2da capa: 2.46 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa: 1.510 m

Tabla 8.9 Valores estimador Vs valores medidos

N° Medidas	Separación	Ohm-m		Dif (%)
		Medido	Estimado	
1	1.00	5.00	5.00	0.00
2	3.00	3.52	3.52	0.00
3	5.00	2.87	2.87	0.00

## e) Datos para calculo de la gradiente de potencial

Tabla 8.10 Datos para los gradientes de tensión

Tipo	Peso	Duración	Soil Ohm-m	Altura	Ohm-m
Barrido	50 kg	0.5	0.5280	1.51	3000.00

## f) Resultados del gradiente de potencial

Terreno de dos capas

- Resistividad 1ra capa 5.28 Ohm-m
- Resistividad 2da capa 2.46 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa 1.51 m

Existe capa superficial

- Resistividad de terreno 5.28 Ohm-m
- Resistividad de capa superficial 3000.00 Ohm-m
- Altura de la capa superficial 1.51 m

Tensiones limites de toque y paso

- Peso mínimo de una persona 50 kg
- Duración de la falla 0.200 seg
- Tension de toque limite 1430.8 V
- Tensión de paso limite 4945.0 V





d.- Vmax toque

13.5 V X: 3.11 m ,Y: 35.13 m  
(limite: 1430.8 V)

Gráficamente se tiene:

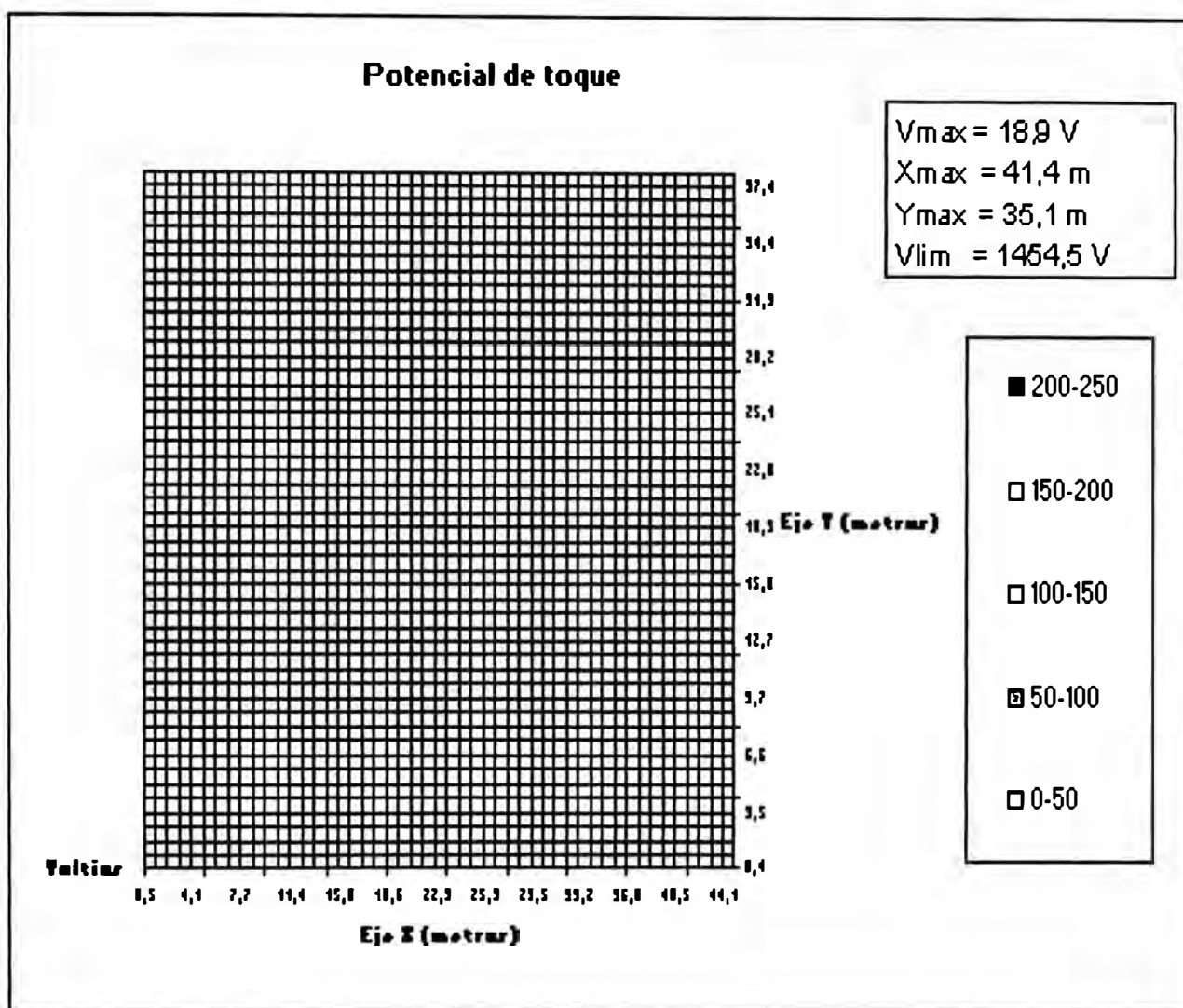


Figura 8.2.- Potencial de toque del terreno

e.-  $V_{max}$  paso

2.0 V X: 37.78 m, Y: 33.58 m

(limite: 4945.0 V)

Gráficamente se tiene:

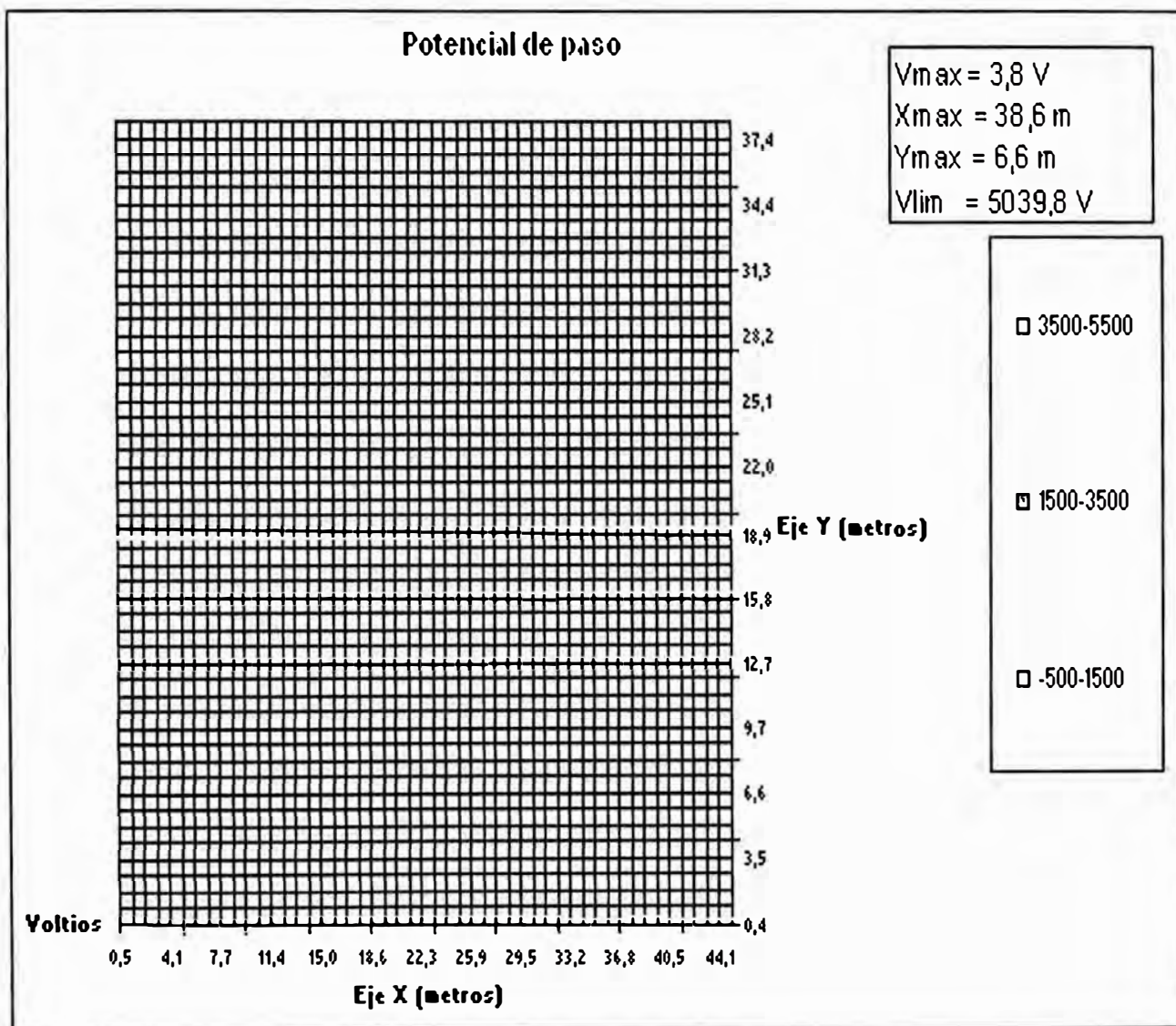


Figura 8.3.- Potencial de paso del terreno

## 8.6 Procedimiento para la medición de las tensiones de toque y paso de la malla de puesta a tierra

El método utilizado para la medición de las tensiones de toque y paso se basa en el principio de caída de potencial.

### 8.6.1 Equipos y materiales a ser utilizados

- 01 Fuente de corriente alterna CA, 500 A, 2000 VA
- 01 Multímetro digital (voltímetro) con los siguientes rangos de operación
  - Voltaje : 400mv-750Vca
  - Corriente : 400 $\mu$ A – 20 A
  - Resistencia : 400 Ohm – 40 Mohm
- 01 Pinza amperimétrica con los siguientes rangos de operación :
  - Voltaje : 200 - 750Vca
  - Corriente : 0 – 1000 A AC
  - Resistencia : 200 Ohm – 2 Kohm
- 01 electrodo, cocodrilos y cables de conexión

### 8.6.2 Cálculos previos, antes de las mediciones de las tensiones de toque y de paso

Antes de proceder a las mediciones de las tensiones de toque y paso, primero se determina el radio eléctrico equivalente de la malla (  $r_{eq}$  ) y seguidamente se determina las distancias de aplicación del circuito de corriente C1, C2 (figura 8.4) Con las dimensiones de la malla a tierra se determina el radio equivalente:

$$S = L \times A \dots\dots\dots (8.2)$$

$$r_{eq} = (S/\pi)^{1/2} \dots\dots\dots (8.3)$$

Finalmente se calcula la distancia de aplicación del circuito de corriente (C1, C2), mediante la expresión:

$$d = 1.2 \times r_{eq} \dots\dots\dots (8.4)$$

Donde:

- L : Largo de la malla tierra
- A : Ancho de la malla tierra
- $r_{eq}$  : Radio eléctrico equivalente
- d : Distancia del circuito de corriente

### 8.6.3 Procedimiento para la medición de la Resistencia de Tierra

- Una vez determinada la distancia de aplicación del circuito de corriente (C1,C2), se procede a dividir dicha distancia en 10 segmentos iguales
- Luego se procede a instalar el circuito tal y como se muestra en la Figura 8.4, donde la ubicación del electrodo "P2" será variable, manteniendo constante en todos los casos la ubicación de C1 y C2

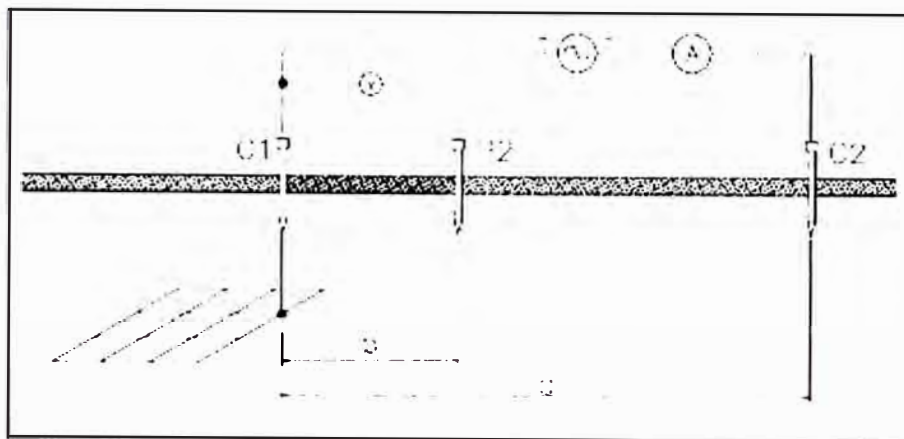



Figura 8.4.- Conexión del circuito para medir la Resistencia de tierra

Donde:

C1	: Sistema de aterramiento principal
C2 y P2	: Electrodo
A	: Amperímetro digital
V	: Voltímetro digital
	: Fuente de corriente alterna

- Realizadas las conexiones, se inyecta corriente del orden de los 10A entre el punto C1 y C2.
- Se mide la corriente inyectada en el suelo y la tensión que se presenta entre la red de puesta a tierra C1 y el electrodo de potencial P2, este paso se repite para cada uno de los 09 puntos.
- Se determina la resistencia de la malla mediante la relación directa, entre la tensión encontrada y la corriente medida
- Se grafica los nueve puntos medidos (R) vs ( $\rho$ ), obteniendo la Figura 8.5
- En forma grafica, se entra en el eje de las abscisas con  $p=62\%$  de "d", (d=distancia entre electrodos de corriente), se intercepta la curva y al proyectar dicho en el eje de las ordenadas, se halla la Resistencia aproximada.

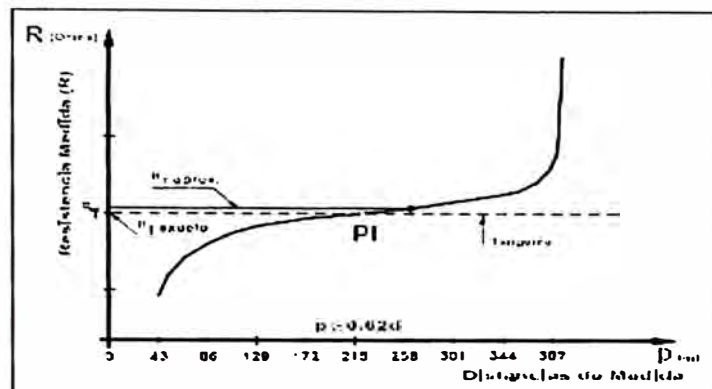


Figura 8.5.– Distancia vs Resistencia aparente

#### 8.6.4 Procedimiento para la medición de la Tensión de Paso

- Se coloca dos placas de cobre de  $0.20 \times 0.10$  y 5mm de espesor, cargadas con unos 35kg cada una, separadas 1m entre sus ejes longitudinales. Se recomienda el uso de listones de madera interpuesta entre las placas y una carga única de 70 Kg. Figura 8.6
  - Las placas tendrán que estar provistas en su cara superior por un conector con el objetivo de realizar la conexión de estas y el aparato de medida. Figura 8.6
  - Se adaptara una resistencia entre las dos placas de 1 kohm en paralelo con el voltímetro, tal como indica la Figura 8.6.
- La fuente de corriente alterna inyectara una corriente del orden de 10 A y seguido a esto se mide simultáneamente la corriente inyectada en el suelo y la tensión que se presenta entre los puntos P1 y P2
- Se recomienda una serie de 20 mediciones, tanto en el eje longitudinal como el eje transversal.
  - Luego los valores de tensión de paso reales se obtendrán multiplicando los valores de prueba medidos por la relación (k) obtenida entre la intensidad de cortocircuito de diseño y la intensidad medida.
  - Se traza los perfiles de tensiones medidas según las corrientes de prueba.
  - Finalmente el valor de la tensión de paso será el mayor valor de las mediciones realizadas, el mismo que deberá ser menor que el valor obtenido en el desarrollo del proyecto.
  - Los criterios de aceptación estarán en concordancia a las normas y estándares establecidos ANSI/IEEE 80

### 8.6.5 Procedimiento para la medición de la Tensión de Toque

- Se sitúan las dos placas de cobre lo mas cerca posible, ubicadas a 1m de la base de algún pórtico o alguna estructura soporte de uno de los equipos ubicados en el patio de llaves, dichas placas deberán estar cargadas con 35 Kg. cada una y el punto en el estructura estará situada a 1.5m de altura; se recomienda el uso de listones de madera interpuestos entre las placas y una carga única de 70 Kg. tal como se muestra en la Figura 8.7
- Las placas tendrán que estar provistas en su cara superior por un conector con el objetivo de realizar la conexión de estas y el aparato de medida. Figura 8.7
- Se adaptara una resistencia entre las dos placas de 1 kohm en paralelo con el voltímetro, tal como indica la Figura 8.7.

La fuente de corriente alterna inyectara una corriente del orden de 10 A y seguido a esto se mide simultáneamente la corriente inyectada en el suelo y la tensión que se presenta entre los puntos P1 y P2

- Esta medición se repite en todos los puntos en los que se requiere comprobar la tensión de toque
- Luego los valores de tensión de Toque reales se obtendrán multiplicando los valores de prueba medidos por la relación (k) obtenida entre la intensidad de cortocircuito de diseño y la intensidad medida.
- Se traza los perfiles de tensiones medidas según las corrientes de prueba.
- Finalmente el valor de la tensión de Toque será el mayor valor de las mediciones realizadas, el mismo que deberá ser menor que el valor obtenido en el desarrollo del proyecto.
- Los criterios de aceptación estarán en concordancia a las normas y estándares establecidos ANSI/IEEE 80

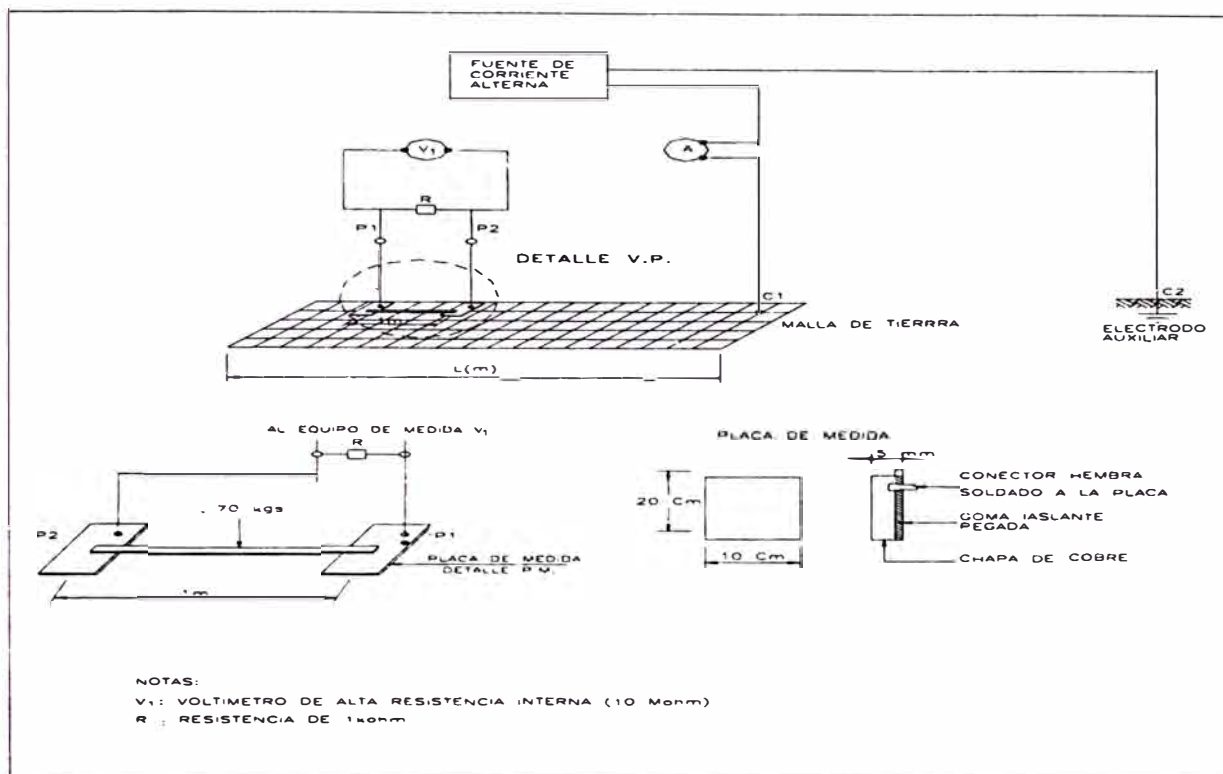


Figura 8.6.- Conexión del circuito para medir la Tensión de Paso

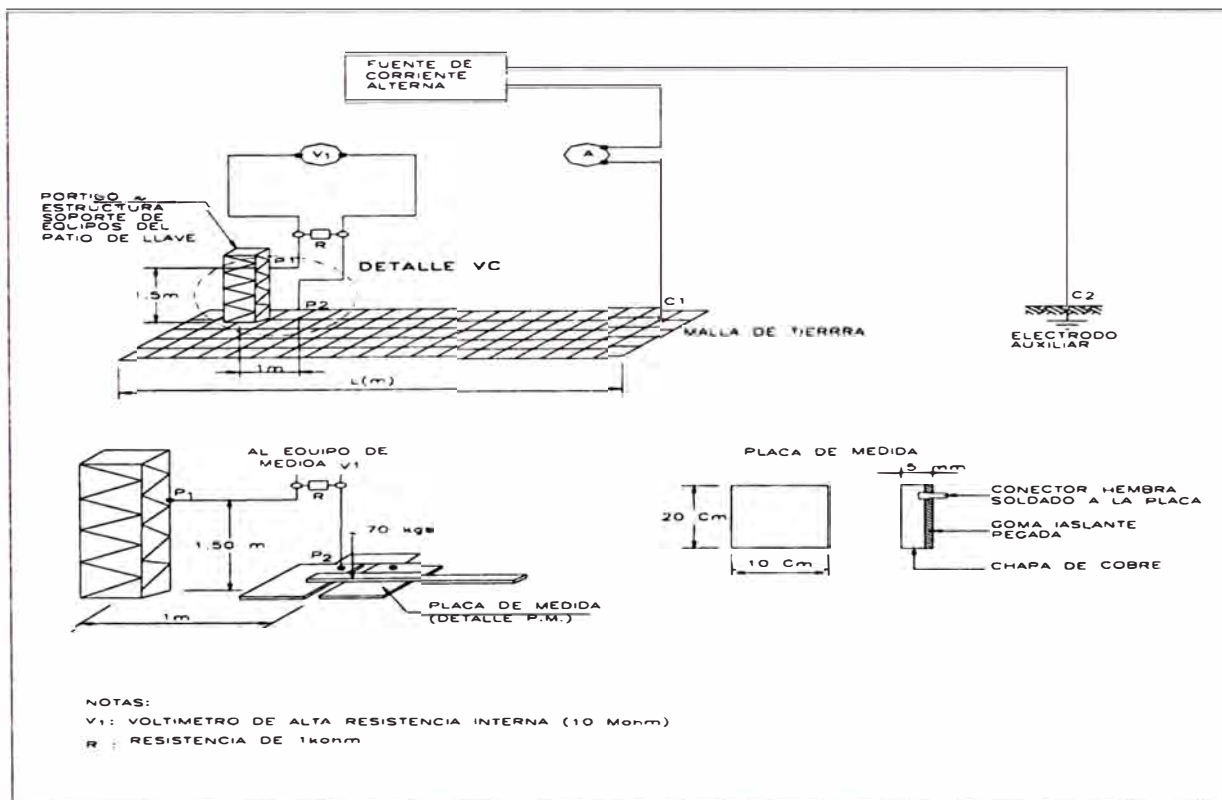


Figura 8.7.- Conexión del circuito para medir la Tensión de Toque



## **CAPITULO IX DESCRIPCION DE LAS OBRAS CIVILES**

### **9.1 Generalidades**

En este capitulo se elaborara las configuraciones y etapas de desarrollo para el trabajo de obra civil

Las actividades de construcción deben cumplir los requerimientos ambientales del plan de manejo ambiental que se establezca para el proyecto y en consecuencia estos deben ser tenidos en cuenta desde el diseño

El diseño debe tener en cuenta la normatividad que rige el país, tales normas muchas veces son concebidas para el diseño de edificaciones y presentan requerimientos que deben ser considerados en obras de subestación

### **9.2 Obras civiles a ejecutar**

En todo proyecto de diseño de una subestación hay que realizar los siguientes diseños civiles:

- Localización, determinación de topografías y características geotécnicas
- Adecuación del terreno
- Drenaje de patio y áreas generales
- Vías de acceso e internas y su señalización
- Cimentación para pórticos y quipos
- Edificio de control y caseta en patio

Las obras civiles a realizar son las siguientes:

- **Cerco perimétrico**, de 3.00 de altura, en material noble, es decir con aparejo de ladrillo asentado con mortero de cemento arena y columna y vigas de amarre de concreto armado, con 2 puertas metálicas de ingreso, una vehicular y otra peatonal.

- **Edificio de control**, en un área de 107.44 m<sup>2</sup> y compuesto por la sala de control, un almacén, una sala de baterías y los servicios higiénicos. También construido en material noble con estructuras de concreto armado
- **Patio de llave**, en un área de 812m<sup>2</sup> donde se colocaran las bases de concreto armado para los equipos y canaletas para cables. El patio de llaves estará delimitado por un sardinel y con la superficie cubierta por una capa de piedra chancada o gravilla

Para la interconexión entre los tableros de sala de control

Para la interconexión entre los tableros de sala de control y los equipos del Patio de llaves

### **9.3 Descripción de las obras civiles a ejecutar**

#### **9.3.1 Obras Preliminares**

Comprende la ejecución de todas aquellas labores previas y necesarias para iniciar las obras, como son:

##### **Limpieza de terreno**

El Contratista efectuará la limpieza del terreno en forma manual retirando todo material indeseable como material inorgánico, basura y otros no apropiados, que impidan la ejecución de los trazos.

##### **Trazado, Nivelación y Replanteo**

Comprende la realización del replanteo de los planos del proyecto en el terreno, se ubicarán los ejes principales y de los niveles de referencia, que deberán ubicarse en la obra, colocándose hitos y balizas en el terreno.

#### **9.3.2 Movimientos de Tierras**

Se realizará movimientos de tierras como excavación de zanjas para los cimientos y sobrecimientos de los muros, zapatas, muro de contención, bases de equipos, canaletas, buzones y ductos; deberán tener como mínimo las profundidades y medidas indicadas en los planos de diseño. El Contratista efectuará todos los rellenos que sean necesarios para terminar las obras con sus respectivas pruebas de compactación y la eliminación de material excedente proveniente de las

excavaciones que no haya sido utilizado en los rellenos, así como el picado de cimientos para permitir las obras de ampliación.

### **9.3.3 Obras de Concreto Simple**

Comprende los cimientos y sobrecimientos corridos de los muros del perímetro de la subestación, de la sala de control, sala de baterías, almacén y servicios higiénicos, los solados para el trazo de las estructuras y el muro de contención, los falsos pisos y piso terminado, y las veredas frontales de la sala de control, sala de baterías, almacén y servicios higiénicos.

### **9.3.4 Obras de Concreto Armado**

Comprende las zapatas, las columnas, vigas, losas aligeradas, muro de contención, canaletas, buzones y bases de los equipos. El Contratista utilizará un concreto cuya resistencia sea igual a la indicada en el proyecto para cada estructura, asimismo deberá efectuar las pruebas necesarias de los materiales y agregados de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones de la obra.

Las armaduras para concreto armado serán de acero corrugado con un límite de fluencia  $f_y = 4200 \text{ Kg./cm}^2$  y del diámetro indicado en los planos de diseño.

### **9.3.5 Mampostería**

Los muros del perímetro, de la sala de control de la subestación, sala de baterías, almacén y servicios higiénicos serán de ladrillo kk 18H de arcilla asentada en aparejo de cabeza y de soga según los planos del proyecto.

### **9.3.6 Revoques**

Se revestirán los muros de la ampliación de la sala de control, sala de baterías, almacén y servicios higiénicos. El tarrajeo se efectuará con mortero de cemento y arena en proporción 1:5, asimismo se tendrá cuidado en la preparación de la superficie a revestir. Los tubos e instalaciones empotradas deberán empotrarse previamente al tarrajeo y luego se resanarán las superficies dejándolas perfectamente al ras, sin ninguna deformidad que marque el lugar.

### **9.3.7 Cielorrasos**

La losa aligerada será revestida en su parte inferior con mezcla de mortero.

### **9.3.8 Cubiertas**

La losa aligerada será cubierta en su parte superior con planchas de eternit.

### **9.3.9 Carpintería Metálica**

Se colocarán puertas metálicas con sus bisagras, picaportes, cerrojos y cerradura de tres golpes.

También se colocarán tapas de fierro de planchas estriadas en las canaletas y buzones, con marcos angulares y manijas para su movilización. En la base provisional para el transformador de potencia se colocarán insertos metálicos para la colocación de rieles de ferrocarril Crane de 60 lb/yd. En las canaletas se colocarán travesaños de tubería cuadrada de 1" como portacables.

### **9.3.10 Pintura**

El cielo raso será pintado con pintura temple color blanco en dos manos.

Los muros será pintado con base imprimante y acabado con 2 manos de pintura látex lavable de primera calidad. La carpintería metálica será pintada con base anticorrosiva de sincromato y acabado de esmalte en dos manos.

### **9.3.11 Equipos mínimos a utilizar**

Se utilizarán los siguientes equipos:

01 Volquete de 6 m<sup>3</sup>.

Teodolito.

Nivel topográfico.

01 Mezcladora de concreto de 11 p<sup>3</sup>.

01 Vibrador de concreto.

01 plancha compactadora de 5 HP.

Madera para encofrados, paneles, triplays.

Probetas para testigos para control de resistencia de concreto.

Cono de Abraams para medir la Plasticidad o Slump del concreto.

Carretillas, buggies, zarandas, latas concreteras, herramientas menores, etc.

## **CAPITULO X**

### **SISTEMA DE PROTECCION, CONTROL Y COMUNICACION**

#### **10.1 Generalidades**

El sistema de control se define como un conjunto formado por dispositivos de medida, indicación, registro, señalización, regulación, control manual y automático de los equipos y los reles de protección, los cuales verifican, protegen y ayudan a gobernar un sistema de potencia

Este sistema de control tendrá como principal función de: supervisar, controlar y proteger la transmisión y distribución de la energía eléctrica

Los tableros a instalarse en la sala de control supervisaran el funcionamiento de la celda de entrada en 60 kV, el lado de alta y baja tensión del transformador de potencia, así como las celdas de salida en 22.9 kV

Los equipos que se interconectaran con el sistema de control tendrán el puerto de comunicaciones apropiado para poder ser integrado al sistema de control y mando con sistema de comunicación de protocolo abierto

#### **10.2 Sistema de Protección**

La protección de las redes tiene por finalidad detectar de forma selectiva los defectos y separar las partes de la red averiadas, además de limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos eléctricos

Los equipos de control y protección de la instalación se componen de los siguientes elementos:

Línea de 60 kV :	Protección de distancia
	Protección sobrecorriente
	Protección máxima y mínima tensión
Trafo 60/22.9 kV	Protección diferencial
	Protección sobrecorriente

## Protección propia del transformador

Línea de 22.9 kV : Protección de sobrecorriente  
Reenganchador trifásico

### **10.2.1 Protecciones propias de los transformadores**

Las averías en los transformadores pueden producirse por varios factores, que pueden ser :

Causas externas: sobretensiones, sobrecargas, cortocircuito en la red, subfrecuencias

Causas internas: defectos a masa, cortocircuito entre espiras o entre fases, defectos en las conexiones internas por falta de presión

Para resolver los problemas que tienen origen externo se recurre a desconectar el transformador antes de que resulte perjudicada. Para sobrecargas distintas del cortocircuito los relees deben proporcionar tiempos función de la carga, de manera que la curva de respuesta se adapte a la curva de calentamiento del transformador. Cuando el problema es interno, la acción es despejarla tan pronto como sea posible con el fin de minimizar el daño y consecuentemente los gastos en reparaciones.

#### **10.2.1.1 Refrigeración independiente**

El transformador tendrá 02 ventiladores que permitirá incrementar la potencia en 25%

La conexión y desconexión de los ventiladores se realiza de forma automática en función de la temperatura del aceite. Para esto se dispone de un termómetro con contactos en combinación con los circuitos de mando de los contactores de los motores

#### **10.2.1.2 Protección de gases de los transformadores**

Para esta protección se utiliza el rele Buchholz montado en serie con la canalización que une la cuba con el depósito conservador de aceite. Este rele actúa mediante el empleo de 2 boyas que son accionadas por la presión de los gases contenidos en el aceite.

La primera boya actúa como alarma frente los pequeños incidentes que van produciendo gases en el rele. La segunda boya actúa como disparo por acumulación de los defectos anteriores o bien cuando se produce un gran defecto con el consiguiente desprendimiento de grandes burbujas de gas

### **10.2.1.3 Protección de imagen térmica**

Esta protección se utilizara para medir la temperatura de uno o varios de los arrollamientos del transformador

Esto consiste en colocar un transformador de corriente que se coloca en el arrollamiento a medir. La señal de salida se lleva a un autotransformador que alimenta una bobina. Esta bobina esta en in recipiente herméticamente cerrado en donde se ubica un bulbo de temperatura, el cual a su vez esta unido por medio de un capilar a un termómetro con contactos.

## **10.2.2 Protecciones de la línea de llegada**

Las líneas de llegada están sometidas permanentemente a las consecuencias de los fenómenos meteorológicos y otras causas, por eso resulta importante una rápida y eficaz protección de las líneas.

### **10.2.2.1 Protecciones de distancia**

La función de distancia es la protección mas ampliamente extendida en redes de transmisión. Este equipos será multifunción de ultima generación, tendrá las funciones de sobrecorriente, máxima y mínima tensión

Sus principales característica serán las siguientes:

- Protección de distancia de fases y de tierra con tres zonas de protección con ajustes independientes de direccionalidad, de alcance reactivo y de alcance resistivo
- Registro de sucesos, en el que indique la fecha y hora de la perturbación, tensiones y corriente durante el disparo y estado de las unidades de medida en ese instante

### **10.2.3 Protección diferencial del transformador**

Se constituirá de una protección para transformador de 02 devanados, con frenado para 2° y 5° armónico

La actuación del rele diferencial provocara la desconexión del transformador por completo, dando disparo en los interruptores del primario y del secundario al mismo tiempo.

Sus principales características son las siguientes:

- Funciones de sobrecorriente de fases y tierra
- Registro de valores de falla
- Valores señalizados en tiempo real
- Alta velocidad a porcentaje diferencial y poseer una unidad de operación por restricción y una unidad sin restricción para altas corrientes diferenciales
- Alta confiabilidad mediante un sistema de autosupervisión y autodiagnóstico

#### **10.2.4 Protecciones de la línea de salida**

Las líneas de salida serán protegidas contra sobreintensidades, tanto en fases como fase a tierra. Sus principales características son las siguientes:

- Deben realizar la protección de sobrecorriente de tiempo definido y del tipo inverso.
- Deberá también medir la corriente en cada fase y a tierra
- Deberá tener hasta 03 órdenes de recierre

### **10.3 Sistema de control y comunicación**

Se tendrá un equipos de supervisión y control de los equipos de maniobra en 60/22.9 kV , a su vez los equipos de medición y protección pertenecientes a los tableros ubicados en la sala de control, estarán preparados para poder interconectarse a futuro al sistema SCADA de ENOSA, los cuales contarán con los siguientes protocolos abiertos de comunicación, como son:

- IEC 61850
- IEC 60870-5-103
- Modbus, Profibus,
- DNP 3.0

Asimismo, los equipos contarán con los siguientes puertos de comunicación:

RS232.

RS485.



- Ethernet.
- Fibra Óptica.

#### **10.4 Plano de operación de las Protecciones**

El sistema de protección obedece a una filosofía de operación, el cual se indica en el plano de acuerdo al anexo:

- Anexo G Filosofía de Operación de las Protecciones de la S.E Las Lomas (Plano EF-LO-01/03)

## CAPITULO XI SISTEMA DE SERVICIO AUXILIARES

### 11.1 Generalidades

Se tendrá un sistema de 380/220 Vac-110 Vdc, correspondiente al Tablero de Servicios Auxiliares. El transformador de SS.AA. será trifásico de 50 KVA, 22.9/0.4-0.23 kV. Además se instalara un rectificador-cargador, banco de baterías La sala de baterías tendrá un ambiente independiente y con propio acceso, donde se encuentran las baterías correspondientes a los circuitos de corriente continua El cargador de batería funcionara normalmente en forma flotante con las baterías

### 11.2 Nivel de Tensión Normalizada

De acuerdo con la norma IEC 60694 ( 2002 ), los valores elegidos de tensión es de acuerdo a tablas :

Tabla 11.1 Tensión en corriente continua

V
24
48
60
110 ò 125
220 ò 250

Tabla 11.2 Tensión de corriente alterna

Sistemas trifásicos, 3 hilos o 4 hilos ( V )	Sistemas monofásicos, 3 hilos ( V )	Sistemas monofásicos, 2 hilos ( V )
-	120/240	120
120/208	-	120
220/380	-	220
230/400	-	230
240/415	-	240
277/480	-	277
347/600	-	347

### **11.3 Limite de Tensión admisible en la carga**

De acuerdo con la norma IEC 60694 ( 2002 ), los elementos de cierre y apertura de los equipos de maniobra deben operar correctamente con tensiones entre 85% y 110% de la tensión asignada.

Las bobinas de apertura de los interruptores deben operar entre el 70% y el 110% en el caso de corriente continua y entre el 85% y el 110% en corriente alterna

### **11.4 Sistema de corriente alterna en Baja Tensión 220 VAC**

Se tiene un esquema simple compuesto por un barraje sencillo, en donde la barra es alimentada por un transformador de media/baja tensión como fuente principal

De este barraje se alimenta todas las cargas de la subestación, cuya distribución se realiza según sea el tipo de sistema de control de la subestación

### **11.5 Sistema de corriente continua 110 VDC**

El sistema se utilizara para alimentar aquellas cargas que implican maniobras de equipos de patio como por ejemplo, las bobinas de apertura y cierre de interruptores motores de accionamiento de seccionadores; también se utiliza para alimentar relees de protección, equipos de registro de falla, tensiones de control, etc

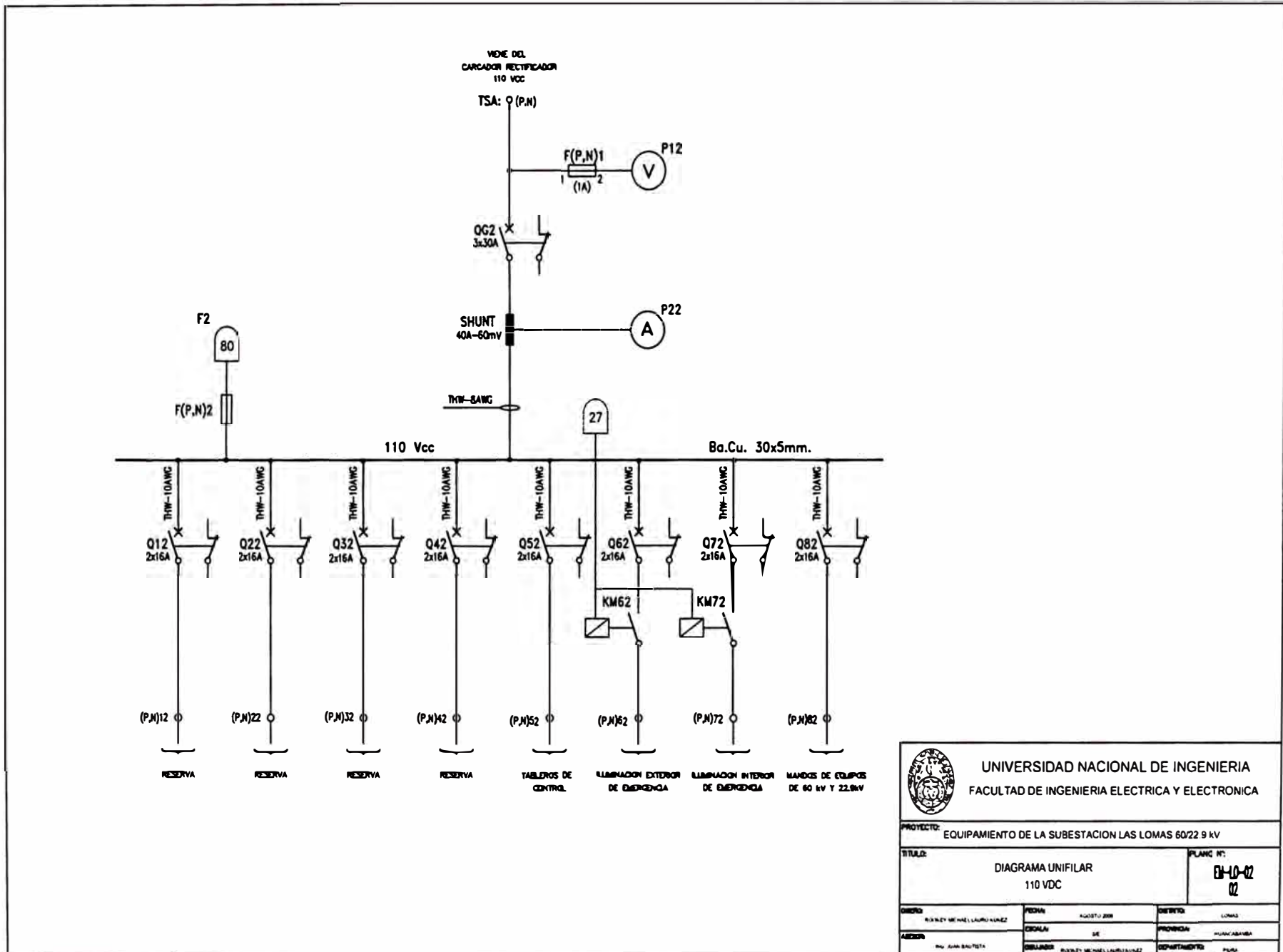
#### **11.5.1 Rectificador-cargador y banco de baterías**

Es un esquema simple, donde se tiene un rectificador-cargador de baterías y un banco de baterías como respaldo y una barra de distribución para alimentar los diferentes circuitos. El rectificador-cargador se alimenta de un circuito de corriente alterna trifásico

### **11.6 Planos**

- Figura 11.1 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares 380/220 Vac  
(Plano EF-LO-02\_01)
- Figura 11.2 Diagrama unifilar de Servicios Auxiliares 110 Vdc  
(Plano EF- LO-02\_02)






 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO:	
		EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
TITULO:		PLANO N°:	
DIAGRAMA UNIFILAR 110 VDC		EM-10-02 02	
DIENSO:	FECHA:	DESBETO:	LOMAS
RUXLEY MICHAEL LAURIDIANEZ	AUGUSTO 2008		
ABEDON:	CIUDAD:	PROVINCIA:	HUANCABAMBA
ING. JUAN BALBUENA	DE	DEPARTAMENTO:	PUCA
	DESIGNADO:	RUXLEY MICHAEL LAURIDIANEZ	

Figura 11.2 DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES 110 VDC

## **CAPITULO XII INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO**

### **12.1 Generalidades**

En este capitulo se indica cuales son las tensiones de alimentación y distribución mas utilizados y normados para los sistemas de servicios auxiliares de corriente alterna y continua en subestaciones.

Para poder realizar trabajos en las instalaciones interiores y exteriores o simplemente para tener una buena visibilidad tanto de aparatos como de dispositivos de control, hay que tener un buen nivel de iluminación para realizar todos estos trabajos con normalidad

Este nivel de iluminación se ha tenido en cuenta en los distintos tipos de aparatos que son los siguientes:

#### Transformadores

Deben ser visibles los niveles de aceite en la boquilla, fugas de aceite, mediciones de precisión y temperatura en el tanque principal y en cambiador de tomas

#### Interruptores

Debe ser visible los dispositivos de control de posición, el indicador de la presión del gas SF<sub>6</sub>

#### Seccionadores

Deben ser visibles los indicadores de posición, los dispositivos de operación manual, evidencias de arqueo y calentamiento excesivo

### **12.2 Instalaciones**

#### **12.2.1 Alumbrado y Fuerza Interior**

Esta abarca el sistema de iluminación interior de la sala de control, almacén, servicios y las tomas de corrientes respectivas.

Se ha procurado tener una buena iluminación con la finalidad de distinguir los materiales y elementos iluminados y evitar en lo posible deslumbramientos

#### Sala de control

En la sala de control se encuentra los tableros de mando, control y señalización, se ha proyectado el uso de lámparas fluorescentes de 40 W por luminaria, estas lámparas irán empotradas en falso techo, con socket correspondiente a balasto de alto factor de potencia.

Se instalarán 03 lámparas fluorescentes de tono de luz blanco pálido

#### Almacén

Se instalará 01 lámparas fluorescentes de tono de luz blanco de 40W, esta luminaria será instalada adosada al techo

#### Servicio

Se instalará 01 lámparas fluorescentes de tono de luz blanco de 40W, esta luminaria será instalada adosada al techo

### **12.2.2 Alumbrado y Fuerza Exterior**

El alumbrado exterior del patio de llaves estará constituido por luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 W, instalados en las columnas de pórticos a una altura de 7 m. El encendido del alumbrado exterior será automático a través de un interruptor horario. También se tiene las tomas de corriente 1Ø y 3Ø adecuadamente distribuidas en los pórticos del patio de llaves y serán del tipo para montaje al exterior.

### **12.2.3 Alumbrado de Emergencia**

Un sistema importante en las subestaciones es el alumbrado de emergencia. El cual al fallar el suministro principal en una situación de maniobras cubrirá los servicios esenciales de alumbrado en la sala de control y en área del patio llaves; contará con un sistema de alumbrado de emergencia, alimentado desde el tablero de SS.AA. 110 Vcc.

Los artefactos de iluminación correspondientes al patio de llaves serán instalados en las columnas de los pórticos a una altura de 7 m, con una lógica de encendido automático cuando el sistema de iluminación normal se desactiva por falta de

corriente alterna. Para el caso de las lámparas instaladas en la caseta de control serán activadas a través de interruptores.

#### **12.2.4 Alumbrado Perimetral**

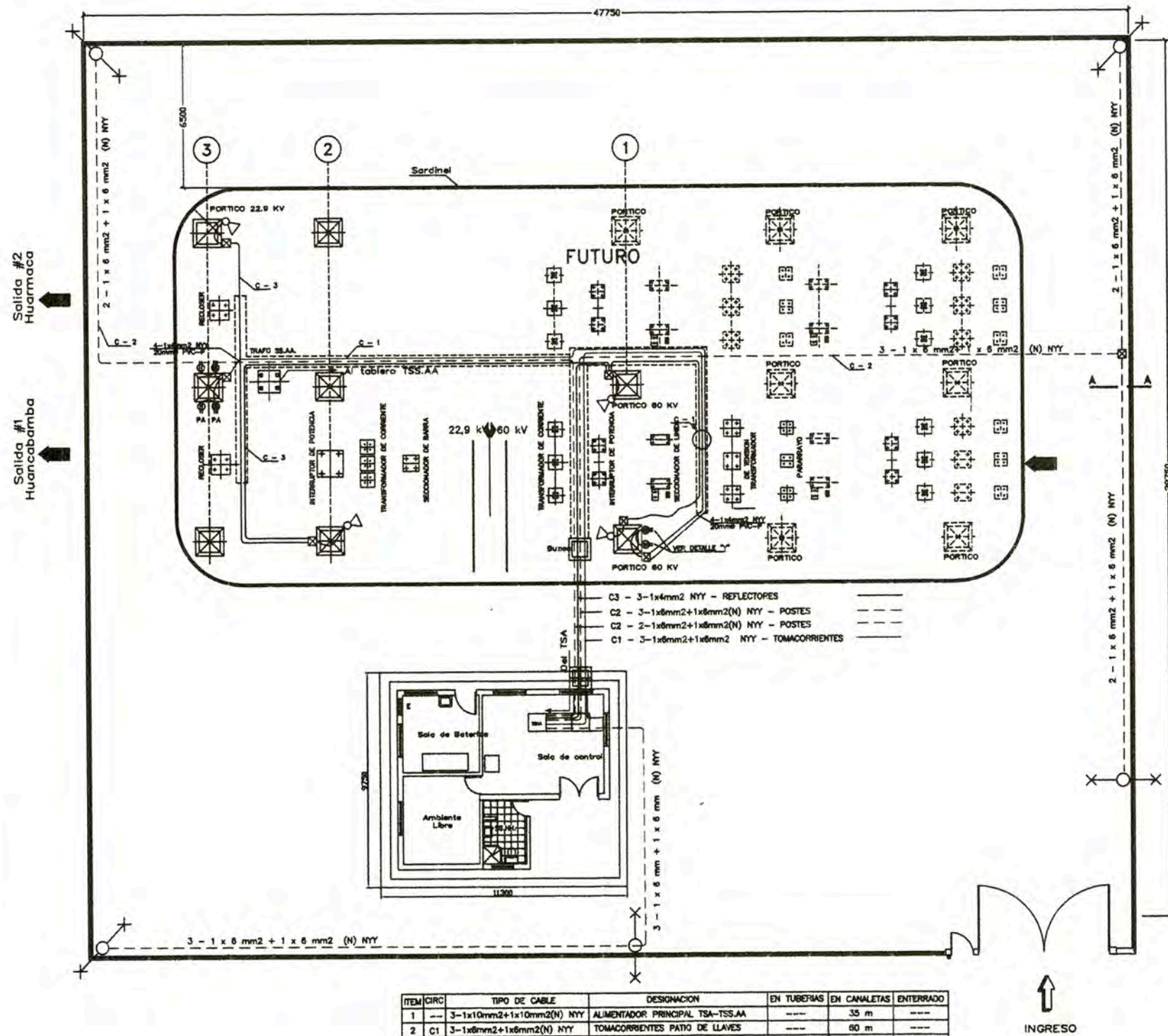
Para el presente proyecto, se ha tomado en cuenta la implementación del sistema de alumbrado perimetral, el cual incluye el Montaje de luminarias en pastorales ubicados sobre postes de concreto.

### **12.3 Planos**

Los planos que muestran las características de disposición de la iluminación interior y exterior en la subestación eléctrica son los siguientes:

- Figura 12.1 Iluminación 380-220 Vac ( Plano EM-LO-07\_01 )
- Figura 12.2 Iluminación 110 Vdc ( Plano EM-LO-07\_02 )
- Figura 12.3 Iluminación exterior ( Plano EM-LO-07\_03 )
- Figura 12.4 Alumbrado y tomacorriente ( Plano EM-LO-07\_04 )





ITEM	CIRC	TIPO DE CABLE	DESIGNACION	EN TUBERIAS	EN CANALETAS	ENTERRADO
1	---	3-1x10mm2+1x10mm2(N) NYY	ALIMENTADOR PRINCIPAL TSA-TSS.AA	---	35 m	---
2	C1	3-1x6mm2+1x6mm2(N) NYY	TOMACORRIENTES PATIO DE LLAVES	---	60 m	---
3	C2	3-1x6mm2+1x6mm2(N) NYY	ILUMINACION PERIMETRAL	---	25 m	56 m
4	C2	2-1x6mm2+1x6mm2(N) NYY	ILUMINACION PERIMETRAL	---	34 m	55 m
5	C3	3-1x6mm2+1x6mm2(N) NYY	ILUMINACION EXTERIOR	---	77 m	11 m
6	C4	2-1x4mm2 NYY	ILUMINACION EMERGENCIA PATIO	15 m	70 m	---
7	C5	2x2.5 mm2 THW	ILUMINACION EMERGENCIA SALA	34 m	---	---
8	C6	3x4 mm2 + 1x4mm2 THW	ALIMENTADOR TSS.AA-CAJA DISTRIBUCION	5 m	---	---
9	C7	2x4 mm2 TW	ILUMINACION SALA DE CONTROL	65 m	---	---
10	C8	2x4 mm2 +1x4mm2 TW	TOMACORRIENTES SALA DE CONTROL	22 m	---	---

LEYENDA - SALA DE CONTROL

SIMBOLO	DESCRIPCION	Unid	Cant
---	TUBERIA EMPOTRADA POR TEOHO O PARED CON 2x4mm2 TW, 20mm8 - PVC.P	m	---
---	TUBERIA EMPOTRADA POR PISO CON 2x4mm2 TW + 1x4mm2 20mm8 PVC.P	m	---
○ A	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOBADO AL TEOHO CON 2 LAMPARAS DE 40W, 220V, 80 CPS, CON CAJA PORTADORA DE LOS EQUIPOS ESMALTADA AL HORNO EN BLANCO Y TAPAS METALICAS, CON DIFUSOR ACRILICO OPAL USO, EQUIPOS DE ALTO FACTOR DE POTENCIA Y ARRANQUE RAPIDO, DEL TIPO RNE-2/40 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	2
○ A1	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOBADO AL TEOHO CON 1 LAMPARAS DE 40W, 220V, 80 CPS, CON CAJA PORTADORA DE LOS EQUIPOS ESMALTADA AL HORNO EN BLANCO Y TAPAS METALICAS, CON DIFUSOR ACRILICO OPAL USO, EQUIPOS DE ALTO FACTOR DE POTENCIA Y ARRANQUE RAPIDO, DEL TIPO RNE-1/40 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1
○	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOBADO AL TEOHO CON LAMPARA DE 20W(CIRCULAR) CON BASE METALICA FOSFATIZADA Y ESMALTADA AL HORNO, DIFUSOR INTEGRAMENTE DE PLASTICO ACRILICO DEL TIPO TPC - 132 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1
○	ARTEFACTO INCANDESCENTE DE EMERGENCIA DE 50W, CON SOCKET INTEGRAMENTE DE UREA BLANCA, REJILLA DE ALAMBRE ESMALTADO AL HORNO EN COLOR BLANCO, DEL TIPO WSE-180 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1
○	ARTEFACTO TIPO BRAQUETE, CON LAMPARA INCANDESCENTE DE 150W, CASQUILLO Y CANOPIA DE CHAPA DE ALUMBRIO, PINTADO CON ESMALTE TRANSPARENTE AL HORNO, SOCKET INTEGRAMENTE DE PORCELANA, DEL TIPO BD-118 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1
○	ARTEFACTO INCANDESCENTE ADOBADO AL TEOHO CON LAMPARA DE 100W A PRUEBA DE GASES DEL TIPO PV-110 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1
○	ARTEFACTO DE EMERGENCIA SIMILAR AL TIPO 1 PERO CON LAMPARA DE 50W	u	1
○	TOMACORRIENTE MONOFASICO A 0.30m NPT.	u	5
○	TOMACORRIENTE MONOFASICO CON ESPIGA A TIERRA 0.30m NPT.	u	1
○	CAJA DE PISO OCTOGONAL METALICA A 0.40 NPT.	u	1
○	CAJA DE 200 x 200 x 100 PARA SALIDA DE RADIO	u	1
○	UNIDAD DE EXTRACCION PORTATIL DEL 12 kg. DE POLVO QUIMICO SECO A-8-C.	u	1
○	INTERRUPTORES DE UNO Y 2 GOLPES A 1.30m NPT.	u	8
○	TIMBRE A 2.20m DE ALTURA	u	1
○	BOTON DE TIMBRE A 1.50m DE ALTURA	u	1
○	ARTEFACTO TIPO BRAQUETE, CON LAMPARA INCANDESCENTE DE EMERGENCIA DE 100W, CASQUILLO DE ALUMBRIO PINTADO CON ESMALTE TRANSPARENTE AL HORNO, SOCKET INTEGRAMENTE DE PORCELANA, DEL TIPO BD-118 DE JOSPEL O SIMILAR.	u	1

LEYENDA - PATIO DE LLAVES

SIMBOLO	DESCRIPCION	Unid	Cant
---	INSTALACIONES POR CANALETA.	m	---
---	CABLE ENTERRADO DEL TIPO NYY.	m	---
○ X	POSTE DE CONCRETO DE 8.00m/200/120/240 CON DOS PASTORALES DE FIERRO GALVANIZADO TIPO PU-42/200, CON DOS ARTEFACTOS TIPO BSH-53S, CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 150v	u	5
○	REFLECTOR CON LAMPARA DE 250W, VAPOR DE SODIO, DE ALUMBRIO SUPER PURO ABRELLANTADO Y ANODIZADO CON CAJA PORTADORA DEL EQUIPO DE PLANCHA DE FIERRO FOSFATIZADA ESMALTADA AL HORNO DE COLOR GRIS MATE, DEL TIPO MER-180H DE JOSPEL O SIMILAR, ALTURA 7.00m	u	4
PA ○	TOMACORRIENTE MONOFASICO IN44 220V 80Hz 16A 2P MONTAJE SOBREPUESTA, REFERENCIA CATALOGO LEGRAND, 0.80m NPT	u	3
PA ○	TOMACORRIENTE TRIFASICO IP44,380V 60Hz 16A 3P+H MONTAJE SOBREPUESTA, REFERENCIA CATALOGO LEGRAND, 0.80m NPT	u	3
○	CAJA DE PISO DE 100 x 40 mm METALICA A 0.80m NPT.	u	6
○	ARTEFACTO INCANDESCENTE CON LAMPARA DE 50W DEL TIPO PV-110 DE JOSPEL O SIMILAR (EMERGENCIA) A 2.50m DE ALTURA	u	2

Las dimensiones en mm, salvo indicacion expresa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

TITULO: ILUMINACION NORMAL 380/220 Vac  
PATIO DE LLAVES PERIMETRAL Y TOMACORRIENTES

PLANO N°: EM-10-07  
01

PROFESOR: ROSEY MICHAEL LAURO HUIZ

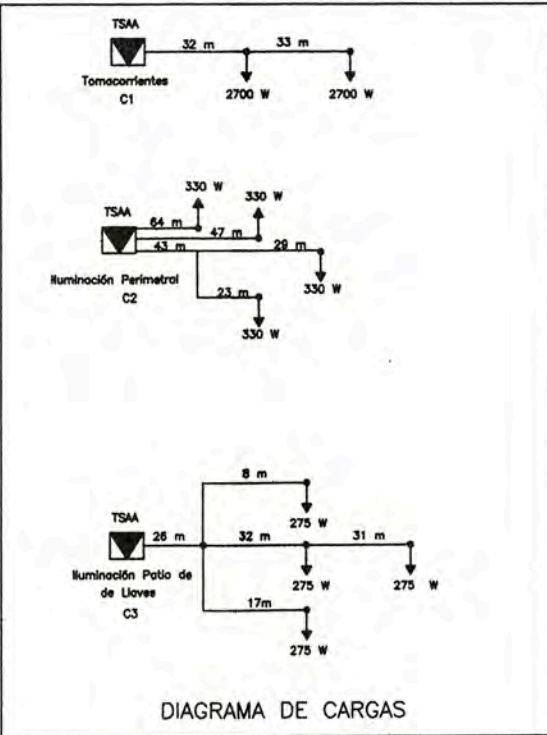
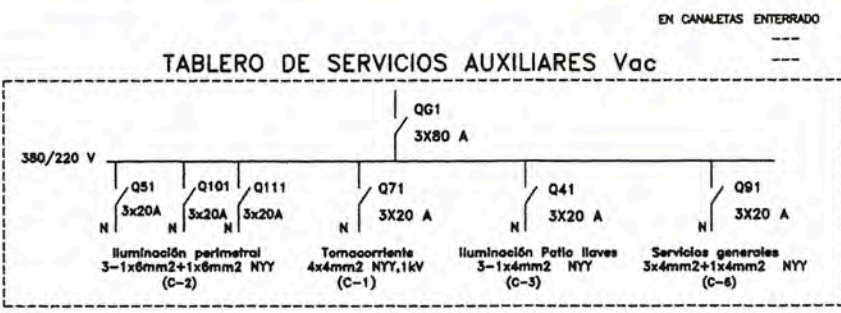
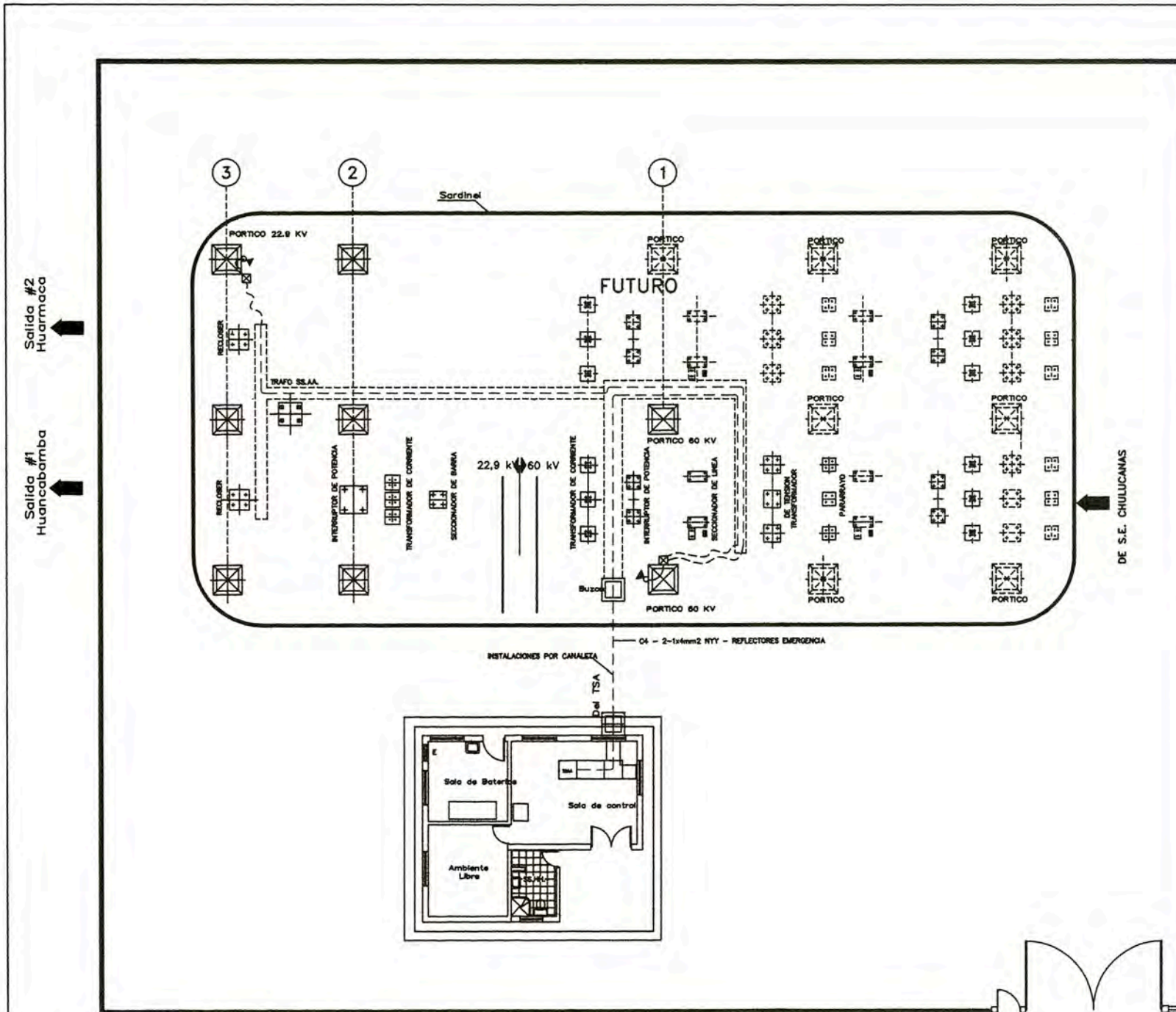
ESTUDIANTE: DEL. JUAN BAUTISTA

FECHA: AGOSTO 2006

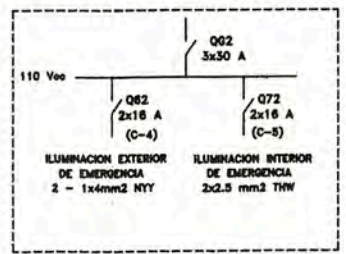
ESPORA: S/E

DEPARTAMENTO: PLURA

Figura 12.1 Iluminacion normal 380/220 - Patio de llaves y Tomacorrientes



**TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES V<sub>cc</sub>**



Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV		
TITULO: ILUMINACION DE EMERGENCIA 110 Vcc PATIO DE LLAVES		PLANO N°: <b>EN-10-07</b> <b>02</b>
DISEÑO: ROQUEY MICHAEL LAURO MUÑOZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
ASESOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: 1/5	PROVINCIA: HUANCABAMBA
DIBUJADO: ROQUEY MICHAEL LAURO MUÑOZ	DEPARTAMENTO: PERU	DEPARTAMENTO: PERU

Figura 12.2 Iluminación de Emergencia 110 Vdc – Patio de llaves

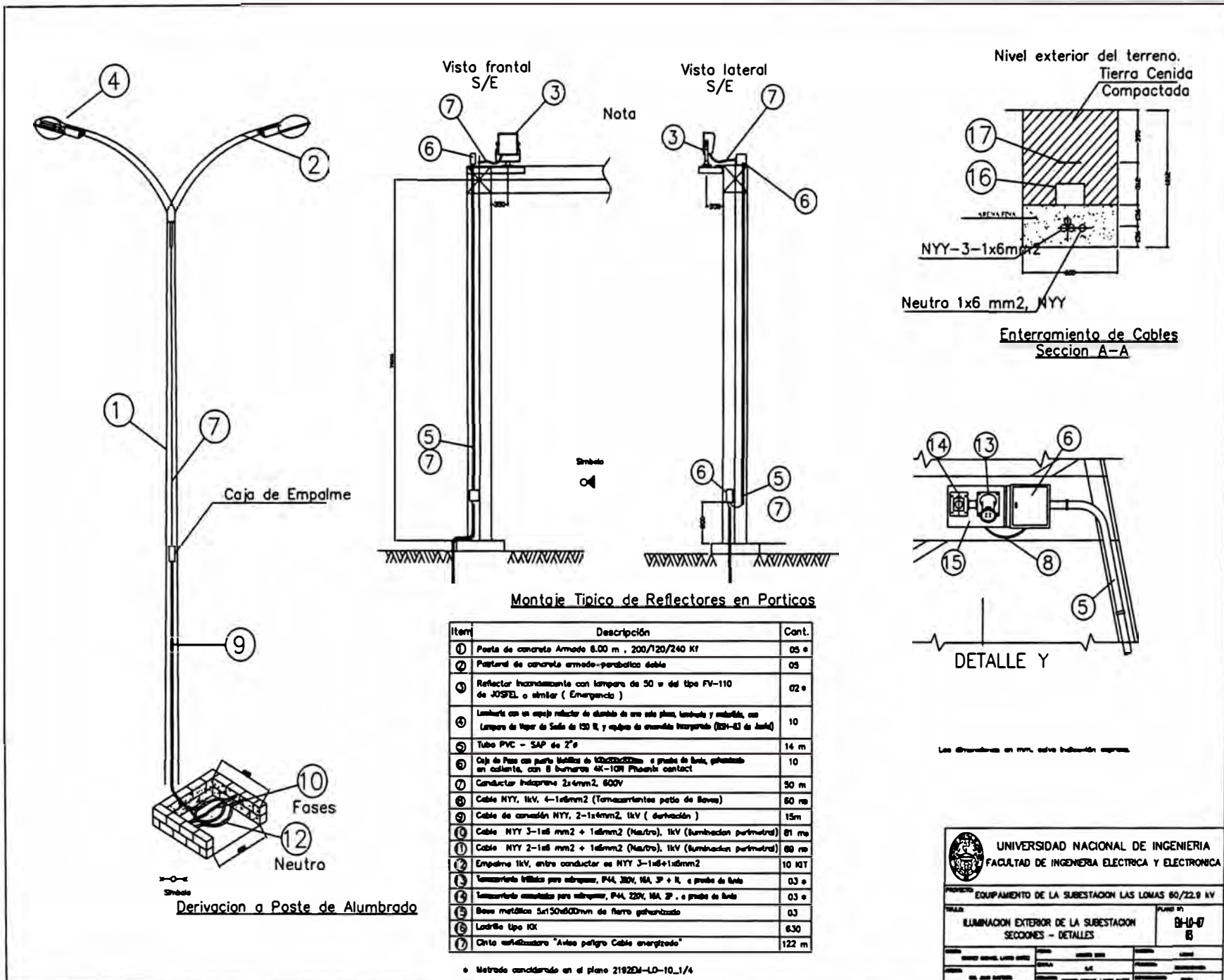


Figura 12.3 Iluminación exterior de la Subestacion

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 80/22.9 kV

TRABAJO: ILUMINACION EXTERIOR DE LA SUBSTACION SECCIONES - DETALLES

PLANO N°: 8-10-07/5

PROFESOR	INGENIERO EN JEFE	INGENIERO	AYUDANTE
INGENIERO EN JEFE	INGENIERO	AYUDANTE	AYUDANTE
INGENIERO EN JEFE	INGENIERO	AYUDANTE	AYUDANTE

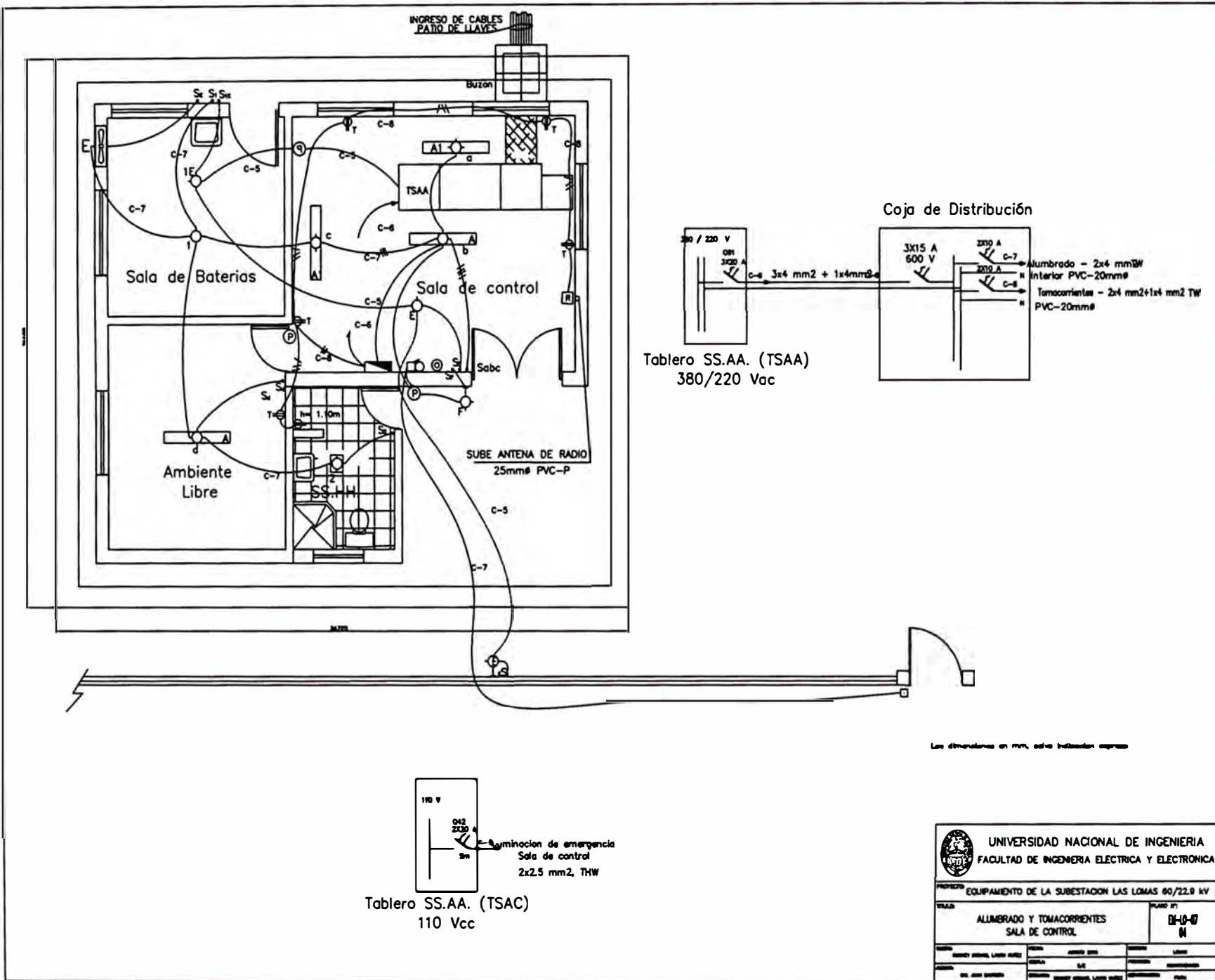


Figura 12.4 Alumbrado y tomacorriente en Sala de control

## **CAPITULO XIII INGENIERIA DE DETALLE**

### **13.1 Alcance**

La ingeniería de detalle, se efectuara previamente al proceso constructivo. La cual permitirá definir y confirmar todas premisas constructivas del proyecto.

En este capítulo se mostrara los planos de diseño electromecánico de la subestación eléctrica Las lomas, con la cual se hará el respectivo montaje de equipos en el patio de llaves, de acuerdo a normas y diseño de cálculo en la ingeniería

Los documentos a entregar serán las siguientes:

### **13.2 Ingeniería de Planos Electromecánicos**

La elaboración de ingeniería de planos electromecánicos será previo al proceso de ejecución de la obra y aprobada de acuerdo a lo requerido y establecido de acuerdo a normas técnicos, la ingeniería será elaborada para cubrir los siguientes puntos importantes:

- Para el suministro de equipos de la subestación eléctrica
- Para la ubicación de las bases de equipos de patio de llaves
- Para el montaje respectivo de los equipos de patio de llaves

### **13.3 Ingeniería de Planos Eléctricos Funcionales**

La elaboración de ingeniería de planos funcionales será previo al proceso de ejecución de la obra y aprobada de acuerdo a lo requerido según el sistema de protección que se necesite la ingeniería será elaborada para cubrir los siguientes puntos importantes:

- Para la filosofía de protección que tendrá la subestación eléctrica
- Para la interconexión entre los tableros de sala de control
- Para la interconexión entre los tableros de sala de control y los equipos del patio de llaves

## 13.4 Metrado referencial de suministro de materiales

Tabla 13.1.- Metrado referencial Patio de llaves 60 kV

METRADO REFERENCIAL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES				
OBRA	: EQUIPAMIENTO DE LA S.E. LOMAS			
UBICACIÓN	: PIURA			
SECCION	: PATIO DE LLAVES 60 KV			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	
			CANT	TOTAL
<b>100,100</b>	<b>EQUIPOS</b>			
100,101	TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO DE 7/9 MVA (ONAN/ONAF), 60/23 ± 0x1% kV. Dyn5, 60 HZ. CON REGULACION AUTOMATICA BAJO CARGA	u	1,00	1,00
100,102	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR VACIO SF6, 72.5 kV, 325 kVp (BIL), 2500 A., 20 kA, PARA INSTALACION A INTEMPERIE. CON MANDO MECANICO POR RESORTES. INCLUYE BASE SOPORTE	u	1,00	1,00
100,103	SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 72.5 kV, 325 kVp (BIL) 800A., 20 kA DE DOBLE APERTURA Y MONTAJE HORIZONTAL. PARA INSTALACION A INTEMPERIE. CON MANDO MOTORIZADO	u	1,00	1,00
100,104	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR TIPO COLUMNA 72.5 kV, 325 kVp (BIL), 30-75-60/5/5/5 A., 30 VA - cl. 0.2 y 2 x 30 VA - 5P20. PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
100,105	TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR CAPACITIVO 60 V3 / 0,11V3 / 0,11V3 kV, 325 kVp (BIL), 30 VA - cl. 0.2 y 30VA - 3P. PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
100,106	PARARRAYOS DE ZnO CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 48 kV, 0 kA y CLASE 3. CON CONTADOR DE DESCARGA. PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
<b>100,200</b>	<b>BASES SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA</b>			
100,201	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA SECCIONADOR DE BARRA TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 72.5 kV. INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	350,00	350,00
100,202	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR 72.5 kV. INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	300,00	300,00
100,203	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR 72.5 kV. INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	300,00	300,00
100,204	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA PARARRAYO DE ZNO 60 kV. INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	300,00	300,00
<b>100,300</b>	<b>SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES</b>			
	<b>CONDUCTORES</b>			
100,301	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO (AAAC 6201T-8) DE 120 mm <sup>2</sup> - 37 HILOS	m	105,00	105,00
	<b>CONECTORES</b>			
100,302	CONECTOR RECTOCABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	u	33,00	33,00
100,303	CONECTOR DERIVACION EN T CABLE - CABLE AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	u	9,00	9,00
100,304	CONECTOR DERIVACION EN T CABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	u	6,00	6,00
<b>100,400</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>			
100,401	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 70 mm <sup>2</sup> - 9 HILOS	m	100,00	100,00
100,402	VARILLA COPPERWELD 16 mm Ø (5/8" Ø) X 2.40 m	u	5,00	5,00
100,403	CONECTOR DE BRONCE PARA VARILLA DE 16 mm Ø Y CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup>	u	5,00	5,00
100,404	CONECTOR DE BRONCE CABLE-BARRA. PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> . CON BASE DE FUACION A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	48,00	48,00
100,405	TERMINAL DE COBRE A COMPRESION CABLE-BARRA. PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> . CON UN AGJERO DE 1/2" Ø	u	23,00	23,00
100,406	CONECTOR DE BRONCE DOBLE VIA. PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> . CON BASE DE FUACION A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	11,00	11,00
<b>100,500</b>	<b>CABLES DE ENERGIA CON AISLAMIENTO XLPE</b>			
100,501	CABLE DE ENERGIA UNIPOLAR 120 mm <sup>2</sup> N2XSY 12/20 kV	m	870,00	870,00
100,502	TERMINALES TIPO EXTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 120 mm <sup>2</sup> - N2XSY 12/20 kV	kit	5,00	5,00
100,503	TERMINALES TIPO INTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 120 mm <sup>2</sup> - N2XSY 12/20 kV	kit	5,00	5,00

Tabla 13.2.- Metrado referencial Patio de llaves 22.9 kV

METRADO REFERENCIAL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES				
PROYECTO	: EQUIPAMIENTO DE LA S.E. LOMAS			
UBICACIÓN	: PIURA			
SECCION	: PATIO DE LLAVES 22,9 KV			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	
			CANT	TOTAL
<b>200,100</b>	<b>EQUIPOS</b>			
200.101	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR VACIO O SF6, 36 kV, 170 kVp (BIL), 630 A, 20 kA, PARA INSTALACION A INTEMPERIE, CON MANDO MECANICO POR RESORTES, INCLUYE BASE SOPORTE	u	1,00	1,00
200.102	INTERRUPTOR DE RECIERRE TRIPOLAR EN SF6, 38 kV, 160 kVp (BIL), 560 A, 20 kA, PARA INSTALACION A INTEMPERIE, CON MANDO ELECTRICO Y MECANICO, INCLUYE BASE SOPORTE	u	2,00	2,00
200.103	SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA 24 kV, 25 kVp (BIL) 630A, PARA INSTALACION A INTEMPERIE Y MANDO MANUAL / MECANICO	u	4,00	4,00
200.104	SECCIONADOR DE BARRA TRIPOLAR 24 kV, 25 kVp (BIL) 630A, PARA INSTALACION A INTEMPERIE Y MANDO MANUAL / MECANICO	u	4,00	4,00
200.105	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR TIPO COLUMNA 24 kV, 160 kVp (BIL), 50-25-250/5/5A, 30 VA - cl. 0.2 y 2 x 30 VA - 5P20, PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
200.106	TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR INDUCTIVO 22.9 V3 / 0.11V3 kV, 25 kVp (BIL), 30 VA - cl. 0.2, PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
200.107	PARARRAYOS DE ZnO CON AISLAMIENTO DE PORCELANA 21kV, 10kA y CLASE 3, CON CONTADOR DE DESCARGA, PARA INSTALACION A INTEMPERIE	u	3,00	3,00
<b>200,200</b>	<b>BASES SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA</b>			
200.201	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA SECCIONADOR DE LINEA TRIPOLAR CON PUSTA A TIERRA 24 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	200,00	200,00
200.202	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA SECCIONADOR DE BARRA 24 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	200,00	200,00
200.202	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR 24 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	200,00	200,00
200.203	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA TRANSFORMADOR DE TENSION UNIPOLAR 24 kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	200,00	200,00
200.204	BASE SOPORTE DE ESTRUCTURA METALICA PARA PARARRAYOS DE ZNO 21kV, INCLUYE SUMINISTRO DE FERRETERIA	Kg	200,00	200,00
<b>200,300</b>	<b>SISTEMA DE BARRAS FLEXIBLES</b>			
	<b>CONDUCTORES</b>			
200.301	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO (AAAC 6201T-8) DE 240 mm2	m	200,00	200,00
	<b>CONECTORES</b>			
200.302	CONECTOR RECTO CABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC	u	33,00	33,00
200.303	CONECTOR DERIVACION EN T CABLE - CABLE AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC	u	18,00	18,00
200.304	CONECTOR DERIVACION EN T CABLE - PLETINA AL-AL 4 PERNOS PARA CONDUCTOR 240 mm2 AAAC	u	12,00	12,00
<b>200,400</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>			
200.401	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 70 mm2 - 19 HILOS	m	200,00	200,00
200.402	VARILLA COPPERWELD 16 mm Ø (5/8" Ø) X 2,40 m	u	12,00	12,00
200.403	CONECTOR DE BRONCE PARA VARILLA DE 16 mm Ø Y CABLE DE CU 70 mm2	u	15,00	15,00
200.404	CONECTOR DE BRONCE CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm2, CON BASE DE FIJACION A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	70,00	70,00
200.405	TERMINAL DE COBRE A COMPRESION CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm2, CON UN AGUJERO DE 1/2" Ø	u	40,00	40,00
200.406	CONECTOR DE BRONCE DOBLE VIA, PARA CABLE DE CU 70 mm2, CON BASE DE FIJACION A BARRA, Y PERNO DE 3/8" Ø	u	30,00	30,00
<b>200,500</b>	<b>CABLES DE ENERGIA CON AISLAMIENTO XLPE</b>			
200.501	CABLE DE ENERGIA UNIPOLAR 240 mm2 N2XSY 2/20 kV	m	870,00	870,00
200.502	TERMINALES TIPO EXTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 240 mm2 - N2XSY 2/20 kV	kit	5,00	5,00
200.503	TERMINALES TIPO INTERIOR PARA CABLE UNIPOLAR FORRADO DE 240 mm2 - N2XSY 2/20 kV	kit	5,00	5,00

Tabla 13.3.- Metrado referencial sala de control

METRADO REFERENCIAL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES				
PROYECTO	: EQUIPAMIENTO DE LA S.E. LOMAS			
UBICACIÓN	: PIURA			
SECCION	: SALA DE CONTROL			
ITEM	DESCRIPCION	U	METRADO	
			CANT	TOTAL
<b>300,100</b>	<b>EQUIPOS</b>			
300,101	TABLERO DE PROTECCION, MEDICION Y SEÑALIZACION CONFORMADO POR:			
	- 01 RELÉ DE PROTECCIÓN DIFERENCIAL CON LAS FUNCIONES: 87T, RF Y RE			
	- 01 RELÉ DE BLOQUEO 88T			
	- 01 ANALIZADOR DE REDES MULTIFUNCIÓN, DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS			
	kW, kVAR, kVA, COS $\phi$ , A, V Y Hz			
	- 01 PANEL DE ALARMAS CON 36 PLACAS DE SEÑALIZACION			
	- 02 BOCINAS DE ALARMA			
	- 03 BORNERS DE PRUEBA	u	2,00	2,00
	TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES DE TENSION ALTERNA	u	1,00	1,00
	TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES DE TENSION CONTINUA	u	1,00	1,00
<b>300,400</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>			
300,401	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 70 mm <sup>2</sup> - 9 HILOS	m	40,00	40,00
300,405	TERMINAL DE COBRE A COMPRESIÓN CABLE-BARRA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON UN			
	AGUJERO DE 12 " Ø	u	9,00	9,00
300,406	CONECTOR DE BRONCE DOBLE VIA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , CON BASE DE FIJACIÓN A BARRA,			
	Y PERNO DE 3/8 " Ø	u	11,00	11,00

### 13.5 Planos

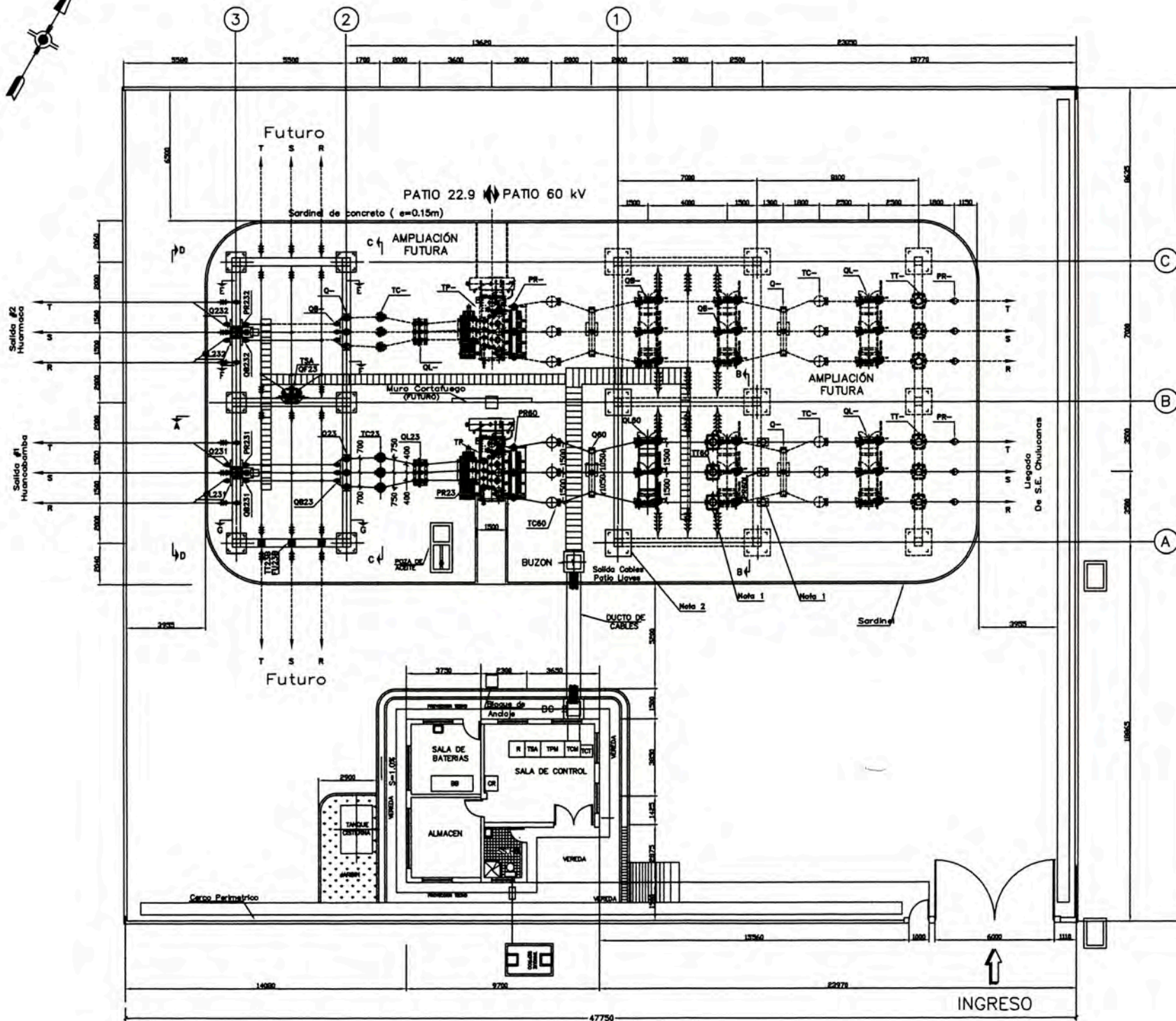
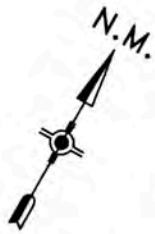
- Plano N°1 : Vista de planta (Plano EM-LO-00/02)
- Plano N°2 : Equipos de Elevación (Plano EM-LO-00/03)
- Plano N°3 : Sala de Control (Plano EM-LO-00/04)
- Plano N°4 : Disposición de base de equipos (Plano EM-LO-01/01)
- Plano N°5 : Base y perno de anclaje de pararrayo, transformador de tensión y Seccionador (Plano EM-LO-01/02)
- Plano N°6 : Base y perno de anclaje de interruptor, transformador de corriente y seccionador de barra (Plano EM-LO-01/03)
- Plano N°7 : Base y perno de anclaje de interruptor, transformador de corriente, recloser, transformador de SSAA (Plano EM-LO-01/04)
- Plano N°8 : Tubería y canaleta (Plano EM-LO-03/01)
- Plano N°9 : Montaje de pararrayos (Plano EM-LO-04/01)
- Plano N°10 : Montaje de transformador de tensión TT60 (Plano EM-LO-04/02)
- Plano N°11 : Montaje de seccionador de línea SL60 (Plano EM-LO-04/03)



- Plano N°12 : Montaje de interruptor de potencia IN60 (Plano EM-LO-04/04)
- Plano N°13 : Montaje de transformador de corriente TC60 (Plano EM-LO-04/05)
- Plano N°14 : Montaje de transformador de potencia TP (Plano EM-LO-04/06)
- Plano N°15 : Montaje de pararrayo PR23 (Plano EM-LO-04/07)
- Plano N°16 : Montaje de seccionador QL23 (Plano EM-LO-04/08)
- Plano N°17 : Montaje de transformador de corriente TC23 (Plano EM-LO-04/09)
- Plano N°18 : Montaje de interruptor de potencia IN23 (Plano EM-LO-04/10)
- Plano N°19 : Montaje de transformador de servicios Auxiliares TSA  
(Plano EM-LO-04/11)
- Plano N°20 : Montaje de seccionador de barra SB23 (Plano EM-LO-04/12)
- Plano N°21 : Montaje de recloser (Plano EM-LO-04/13)
- Plano N°22 : Montaje de pararrayos PR231 (Plano EM-LO-04/14)
- Plano N°23 : Montaje de transformador de tensión TT23 (Plano EM-LO-04/15)
- Plano N°24 : Malla de tierra (Plano EM-LO-05/01)
- Plano N°25 : Corte de malla a tierra (Plano EM-LO-05/02)
- Plano N°26 : Conectores de malla a tierra (Plano EM-LO-05/03)
- Plano N°27 : Puesta a tierra superficial PR60L (Plano EM-LO-06/01)
- Plano N°28 : Puesta a tierra superficial TT60 (Plano EM-LO-06/02)
- Plano N°29 : Puesta a tierra superficial QL60 (Plano EM-LO-06/03)
- Plano N°30 : Puesta a tierra superficial Q60 (Plano EM-LO-06/04)
- Plano N°31 : Puesta a tierra superficial TC60 (Plano EM-LO-06/05)
- Plano N°32 : Puesta a tierra superficial TP (Plano EM-LO-06/06)
- Plano N°33 : Puesta a tierra superficial QL23 (Plano EM-LO-06/07)
- Plano N°34 : Puesta a tierra superficial TC23 (Plano EM-LO-06/08)
- Plano N°35 : Puesta a tierra superficial Q23 (Plano EM-LO-06/09)
- Plano N°36 : Puesta a tierra superficial Q231 (Plano EM-LO-06/10)
- Plano N°37 : Puesta a tierra superficial TSA (Plano EM-LO-06/11)
- Plano N°38 : Puesta a tierra superficial SB23 (Plano EM-LO-06/12)
- Plano N°39 : Puesta a tierra superficial QL23 (Plano EM-LO-06/13)
- Plano N°40 : Puesta a tierra superficial TT23 (Plano EM-LO-06/14)
- Plano N°41 : Puesta a tierra superficial del seccionador Cut-out

(Plano EM-LO-06/15)

- Plano N°42 : Ubicación de conectores-planta-elevación, patio 60 kV  
(Plano EM-LO-08/01)
- Plano N°43 : Ubicación de conectores-planta-elevación, patio 22.9 kV  
(Plano EM-LO-08/02)



**Leyenda**  
Equipos de 60 kV

Codigo	Descripcion	Cantidad	Soporta	Proveedor	Observaciones
PR60L	Pararrayos 48 KV 10 KA con contador de descarga	03	03	MEM	-----
TR60	Transformador de Tension Capacitivo 72.5 KV	03	03	MEM	-----
OL60	Seccionador Tripolar de Linea 72.5 KV 800 A	01	01	MEM	-----
OB0	Interruptor Tripolar de Potencia en SF6, 72.5 KV 2500 A	01	01	MEM	-----
TC60	Transformador de Corriente unipolar 72.5 KV	03	03	MEM	-----
PR60	Pararrayos 48 KV 10 KA con contador de descarga	03	-----	MEM	Soporta el transformador
TP	Transformador de Potencia 7 / 8 MVA 60 / 23 KV	01	-----	MEM	-----

**Leyenda**  
Equipos de 22.9 kV

Codigo	Descripcion	Cantidad	Soporta	Proveedor	Observaciones
PR23	Pararrayos 21 KV 10 KA con contador de descarga	03	-----	MEM	En el transformador
OL23	Seccionador Tripolar de Barra-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	01	MEM	-----
TC23	Transformador de Tension 24 KV	03	03	MEM	-----
OB23	Interruptor Tripolar de Potencia en SF6, 24 KV 630 A	01	01	MEM	-----
OB23	Seccionador Tripolar de Barra-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	-----	MEM	-----
TT23B	Transformador de Tension 24 KV	03	-----	MEM	En el Patio 22.9 KV
FU23B	Seccionador Fusible Tipo Cortado 30 KV 100 A	03	-----	MEM	En el Patio 22.9 KV
TBA	Transformador de SSAA 50 KW 22.9 / 0.4 / 0.23 KV	01	01	MEM	-----
OP23	Seccionador Fusible Out Out 36 KV 100 A	03	-----	MEM	En el Patio 22.9 KV
OB231	Seccionador Tripolar de Barra-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	-----	MEM	Alineador #1
OB231	Interruptor automatico de redens ( Redens ) 27 KV, 500 A	01	01	MEM	Alineador #1
OL231	Seccionador Tripolar de Linea-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	-----	MEM	Alineador #1
PR231	Pararrayos 21 KV 10 KA con contador de descarga	03	-----	MEM	Alineador #1
OB232	Seccionador Tripolar de Barra-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	-----	MEM	Alineador #2
OB232	Interruptor automatico de redens ( Redens ) 27 KV 630 A	01	01	MEM	Alineador #2
OL232	Seccionador Tripolar de Linea-Mando Potencia 24 KV 630 A	01	-----	MEM	Alineador #2
PR232	Pararrayos 21 KV 10 KA con contador de energia	03	-----	MEM	Alineador #2

**Leyenda**  
Sala de Control

Codigo	Descripcion	Cantidad	Proveedor	Observaciones
CR	Cargador Rectificador 110 Vdc	01	MEM	-----
TBA	Tablero de SSAA 380 - 220 Vdc	01	MEM	-----
TCT	Tablero de Control del Convertidor del Transformador	01	MEM	-----
TPM	Tablero de Proteccion y Medicion	01	MEM	-----
TCM	Tablero de Control y Mando 60 y 22.9 kv	01	MEM	-----
BB	Banco de Baterias 110 Vdc	01	ABENCOA	-----
R	Reserva			

----- Instalaciones Proyectadas  
 - - - - - Instalaciones futuras

Nota:  
 1. Pararrayos y transformador de tension a ser reubicados para la ampliacion futura al ingreso del modulo 60 kv  
 2. Portico a ser reubicado para la ampliacion futura al ingreso del modulo 60 kv

Las dimensiones en mm, salvo indicacion expresa

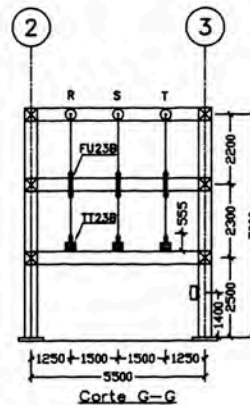
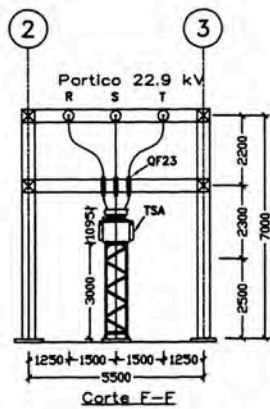
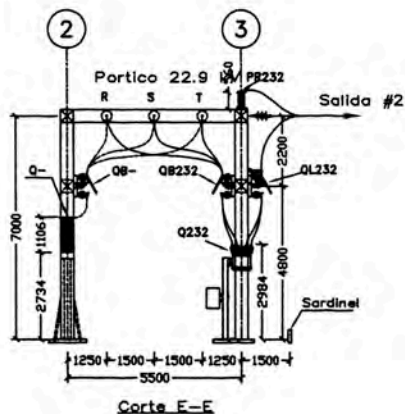
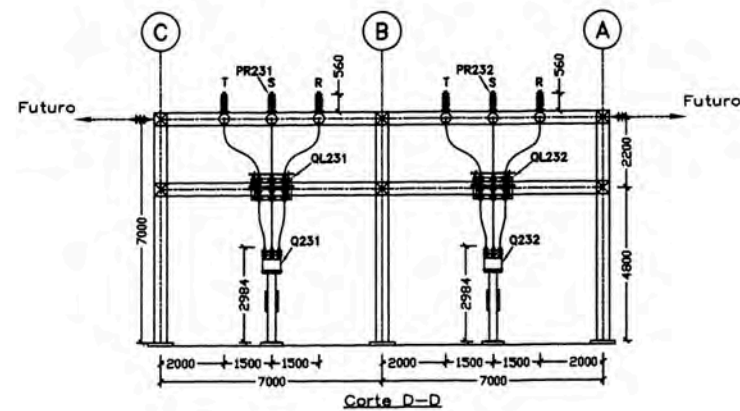
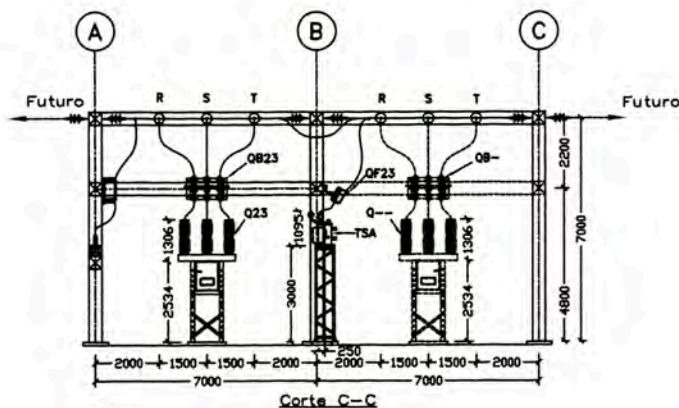
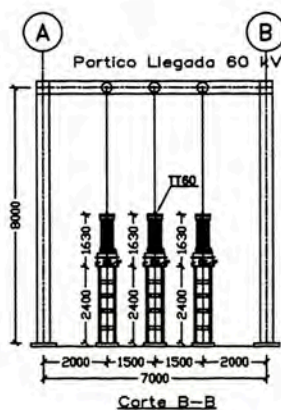
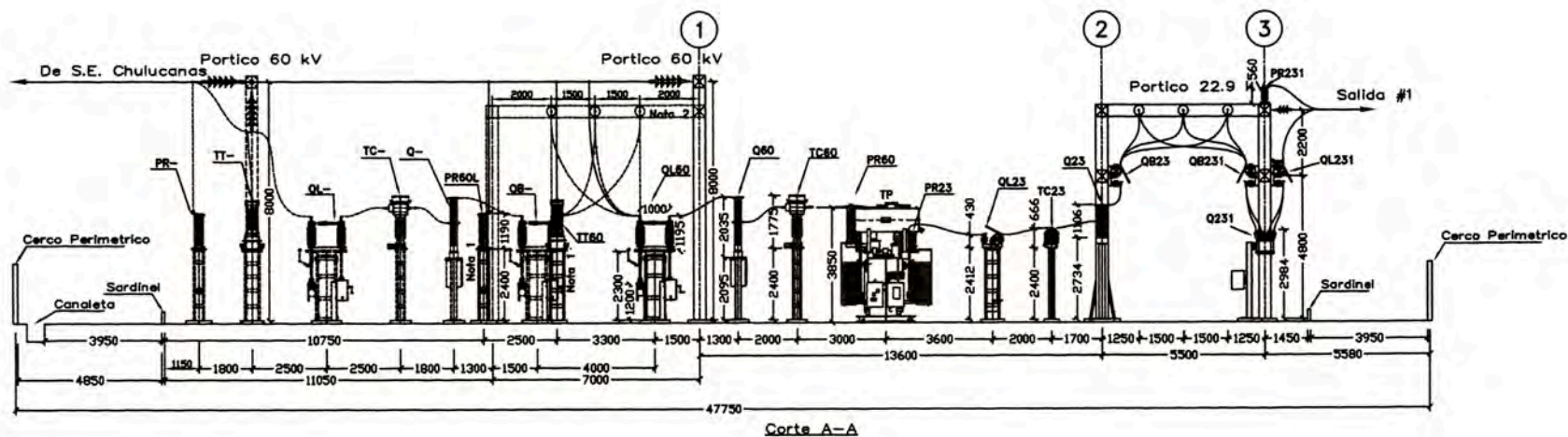
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

TITULO: DISPOSICION DE EQUIPOS - PLANTA PATIO DE LLAVES

PLANO N°:  
EM-10-00  
02

DISENO: ROONEY MICHAEL LAURO HUREZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
REVISOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: 1/1	PROYECTO: HUANCABAMBA
	DIBUJADO: ROONEY MICHAEL LAURO HUREZ	DEPARTAMENTO: PUURA




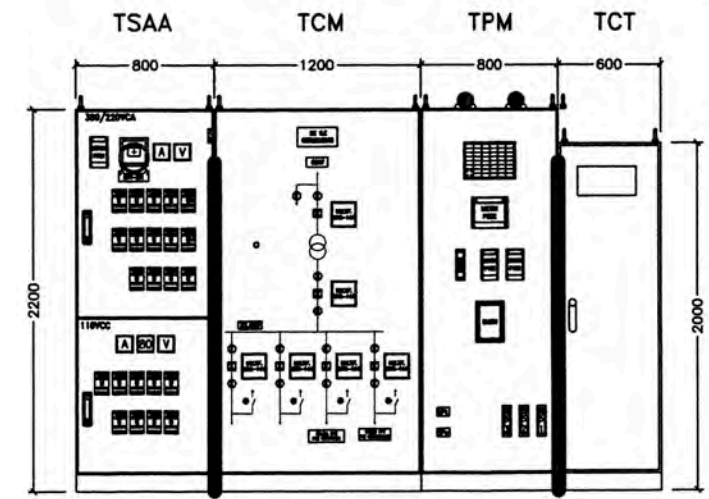
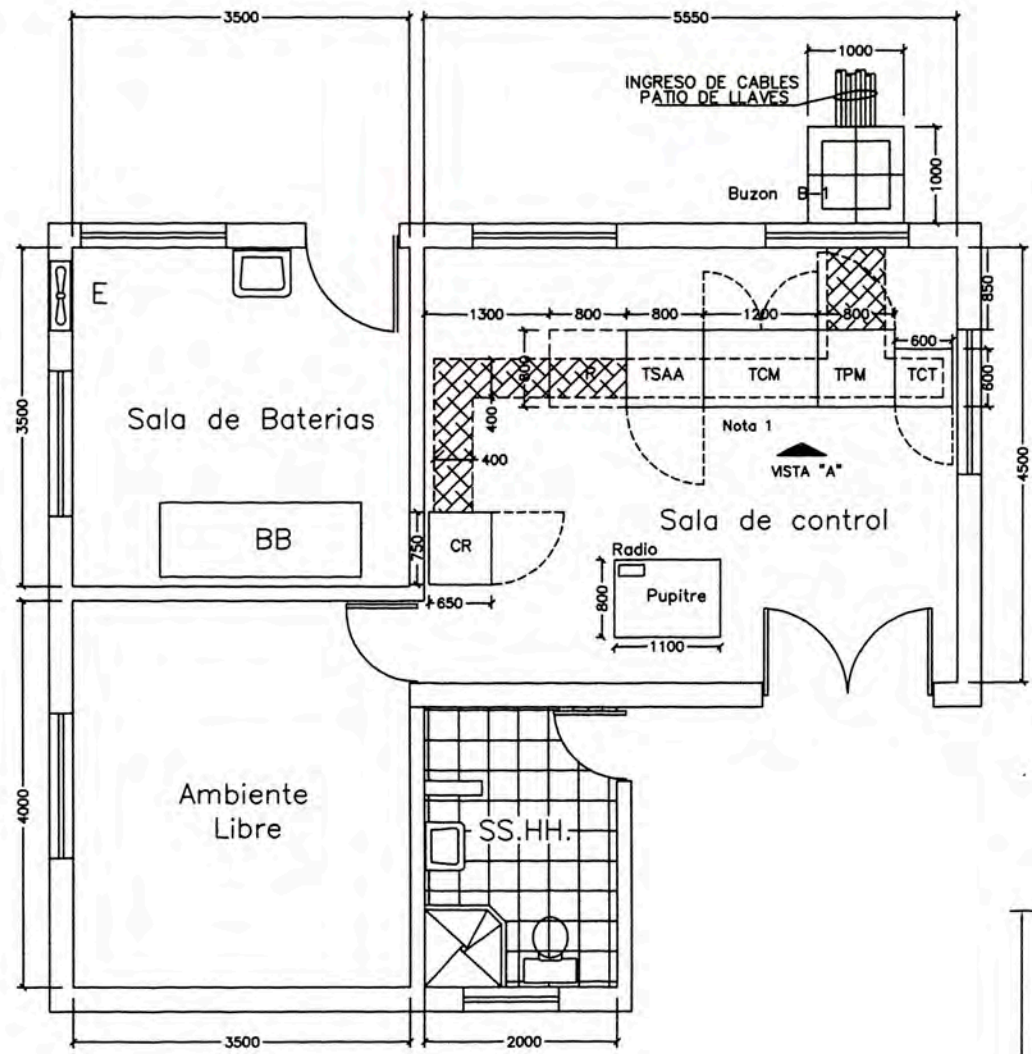
— Instalaciones Proyectadas  
 - - - - - Instalaciones Futuras

Nota:

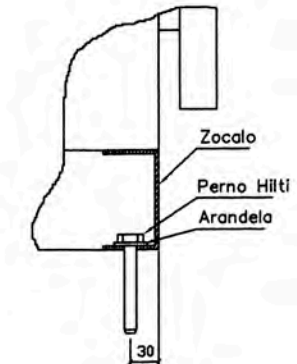
1. Pararrayos y transformador de tension a ser reubicados para la ampliacion futura al ingreso del modulo 60 kv
2. Portico a reubicarse para la ampliacion futura al ingreso del modulo 60 kv

Planos de Referencia:  
 2192EM-LO-01: Disposicion de Equipos - Planta - Patio de Llaves  
 Ver Leyenda en el Plano N° 2192EM-LO-01  
 Las dimensiones en mm, salvo indicacion expresa

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV		
TITULO: DISPOSICION DE EQUIPOS - ELEVACION PATIO DE LLAVES		PLANO N°: EM-LO-00 03
DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO HUREZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
ASESOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: HUANCABAMBA
DIBUJADO: ROONEY MICHAEL LAURO HUREZ		DEPARTAMENTO: PIURA



VISTA "A"  
FRONTAL DE TABLEROS CONTROL, PROTECCION Y MEDICION



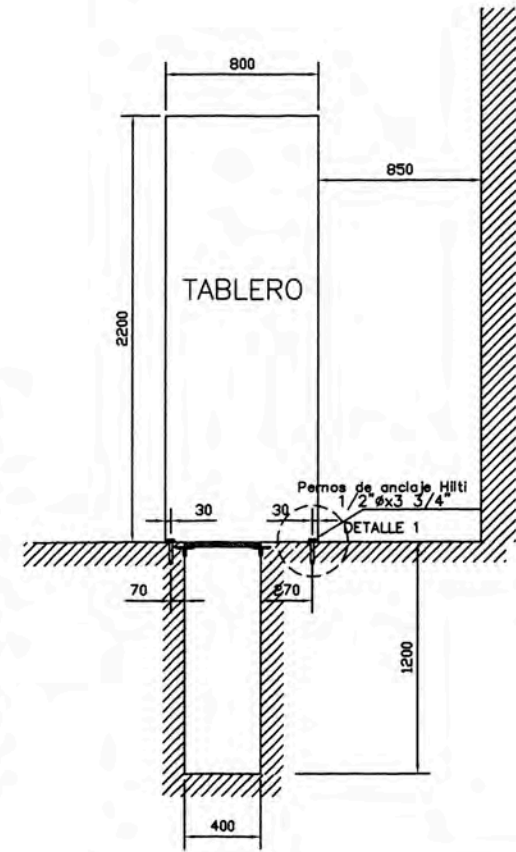
DETALLE 1

NOTA:

- 1.- La distribución de equipos es de acuerdo a las dimensiones finales de los tableros suministrados por el fabricante
- 2.- El espacio de reserva considera la instalación del tablero para la transmisión de datos

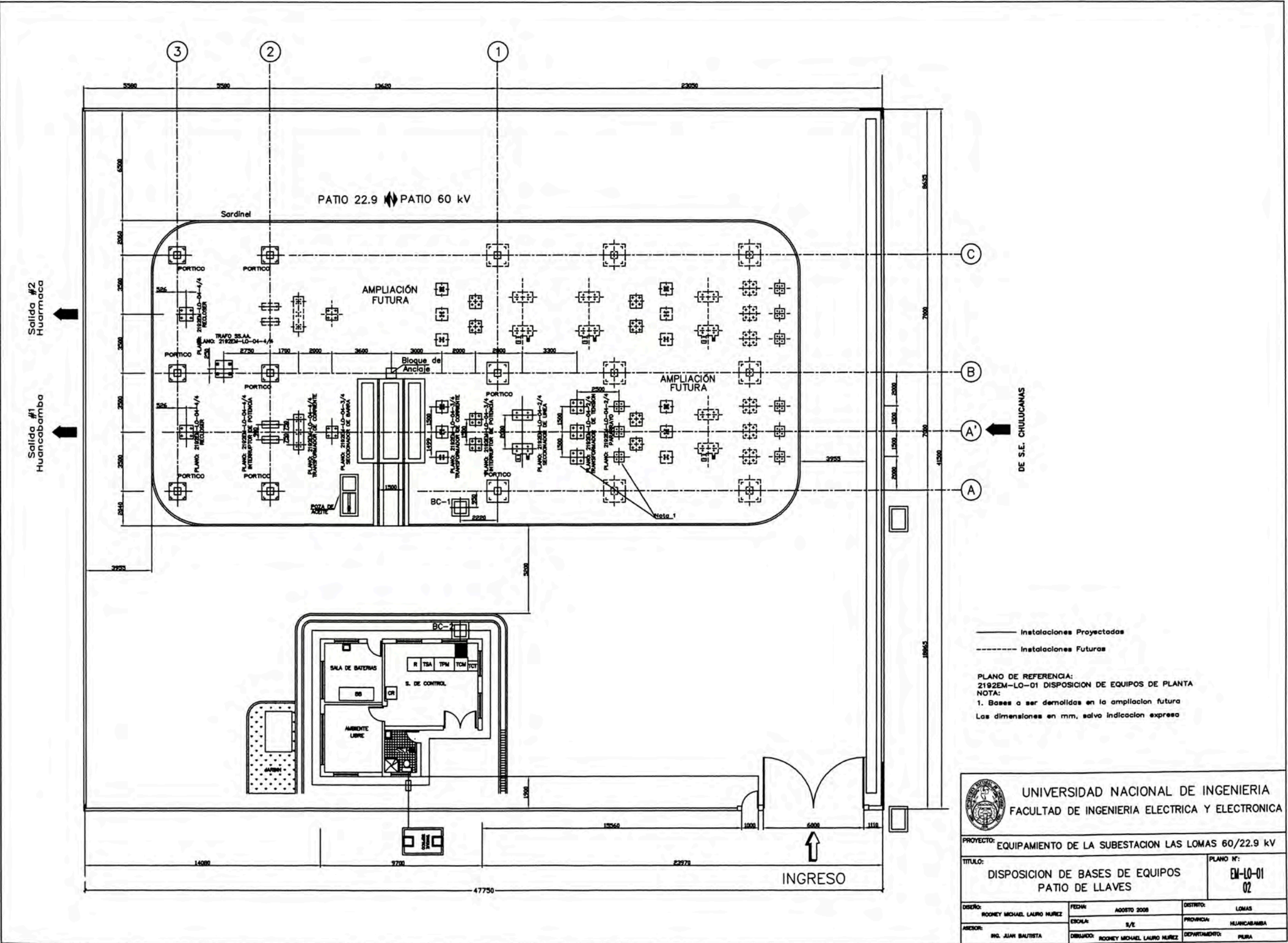
— Instalaciones Proyectadas  
 - - - Instalaciones Futuras

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa



Leyenda				
Sala de Control				
Código	Descripción	Cantidad	Proveedor	Observaciones
CR	Cargador Rectificador 110 Vcc	01	MEM	----
TSAA	Tablero de SS.AA. 380 - 220 Vca	01	MEM	----
TCT	Tablero de Control del Conmutador del Transformador	01	MEM	----
TPM	Tablero de Protección y Medicion	01	MEM	----
TCM	Tablero de Control y Mando 60 y 22.9 kV	01	MEM	----
BB	Banco de Baterias 110 Vcc	01	ABENGOA	----
R	Reserva			Nota 2
E	Extractor de aire			

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
TITULO: SALA DE CONTROL DISPOSICION DE TABLEROS			PLANO N°: EM-LO-00 04
DISEÑO: RODNEY MICHAEL LAURO NUREZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS	
ASESOR: ING. AJAN BAUTISTA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: HUANCABAMBA	
DIBUJADO: RODNEY MICHAEL LAURO NUREZ		DEPARTAMENTO: PIURA	

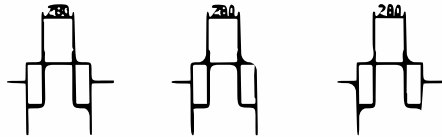
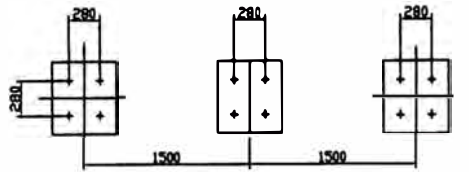


— Instalaciones Proyectadas  
 - - - - - Instalaciones Futuras

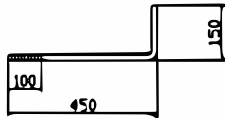
PLANO DE REFERENCIA:  
 2192EM-LO-01 DISPOSICION DE EQUIPOS DE PLANTA  
 NOTA:  
 1. Bases a ser demolidas en la ampliacion futura  
 Las dimensiones en mm, salvo indicacion expreso

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV		
TITULO: <b>DISPOSICION DE BASES DE EQUIPOS          PATIO DE LLAVES</b>		PLANO N°: <b>EM-LO-01          02</b>
DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
ARBOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: 3/2	PROVINCIA: HUANCABAMBA
DIBAJADO: ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ		DEPARTAMENTO: PIURA

PARARRAYO ( PR60L )



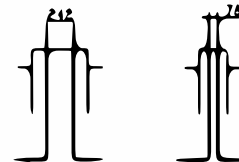
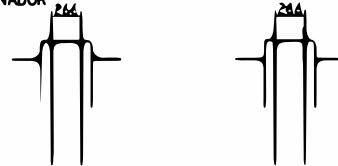
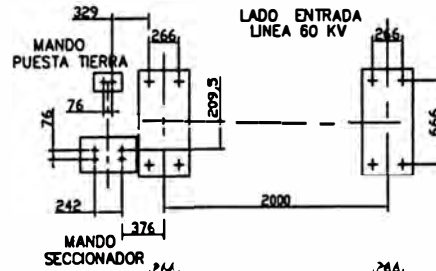
DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE



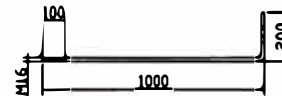
DETALLE PERNO DE ANCLAJE D=1/2" ø

Cant. 12 u

SECCIONADOR DE LINEA ( QL60 )



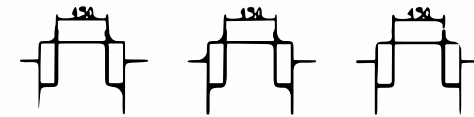
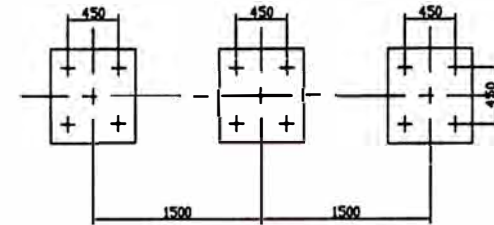
DETALLE DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE



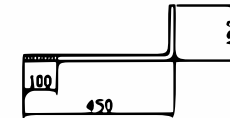
DETALLE PERNO DE ANCLAJE

Cant. 14 u

TRANSFORMADOR DE TENSION ( TT60 )



DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE




DETALLE PERNO DE ANCLAJE D=5/8" ø

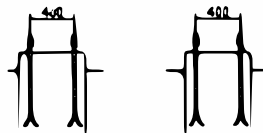
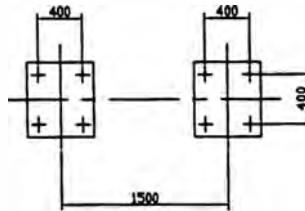
Cant. 12 u

NOTA:

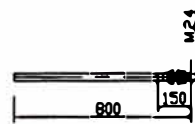
Cada perna con 3 tuercas, 2 arandelas planas y 1 de presion Grado 5, galvanizadas en caliente  
Las dimensiones en mm salvo indicacion e: preso

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		TITULO: BASE Y PERNO DE ANCLAJE PARARRAYOS TRANSFORMADOR TENSION Y SECCIONADOR	PLANO N°: 01-10-01 02
PROFESOR: ING. JOSE GARCIA	PROFESOR: ING. JOSE GARCIA	PROFESOR: ING. JOSE GARCIA	PROFESOR: ING. JOSE GARCIA
ESTUDIANTE: ESTUDIANTE	ESTUDIANTE: ESTUDIANTE	ESTUDIANTE: ESTUDIANTE	ESTUDIANTE: ESTUDIANTE

INTERRUPTOR DE POTENCIA  
( Q60 )

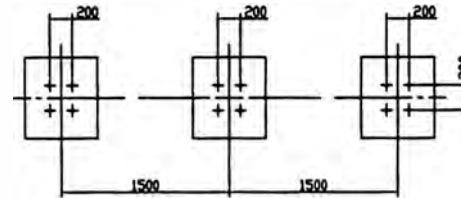


DISPOSICION PERNOS  
DE ANCLAJE

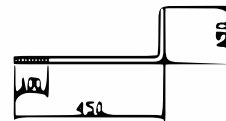


DETALLE PERNO DE  
ANCLAJE M24  
Cant. 8 u

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE  
( TC60 )

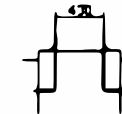
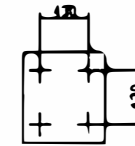


DISPOSICION PERNOS  
DE ANCLAJE

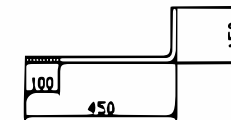


DETALLE PERNO DE  
ANCLAJE D=5/8"  
Cant. 12 u

SECCIONADOR DE BARRA  
( QL23 )



DISPOSICION PERNOS  
DE ANCLAJE




DETALLE PERNO DE  
ANCLAJE D=5/8"  
Cant. 4 u

NOTA:

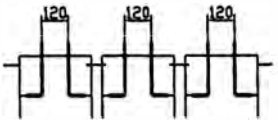
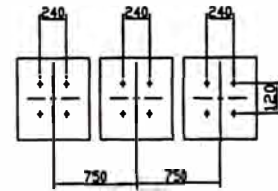
Cada perno con 3 tuercas, 2 arandelas planas y 1 de presion  
Grado 5, Galvanizado en caliente

Las dimensiones en mm salvo indicacion expresa

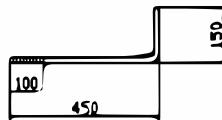
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PLANO N°: 01-10-01 03	BASE Y PERNO DE ANCLAJE INTERRUPTOR POT. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE Y SECCIONADOR DE BARRA
DISEÑADO: ROBERTO FIGUEROA, LUIS SUAREZ	VERIFICADO: JUAN SUAREZ	APROBADO: JUAN SUAREZ	FECHA: 01/08/2011
PROYECTO: 01-10-01	ESCALA: 1:1	PREPARADO: ROBERTO FIGUEROA, LUIS SUAREZ	REVISADO: JUAN SUAREZ



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE  
( TC23 )



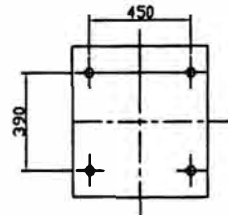
DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE



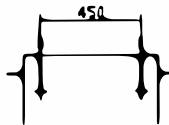
DETALLE PERNO DE ANCLAJE D=5/8"

Cant. 12 u

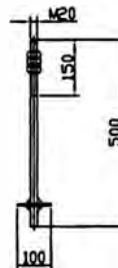
INTERRUPTOR DE POTENCIA  
( Q23 )



Eje del modulo de Ingreso  
Patio 22.9 KV



DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE

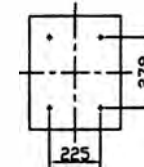


DETALLE PERNO DE ANCLAJE M20

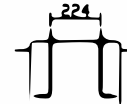
Cant. 04 u

RECLOSER ( Q231 - Q232 )

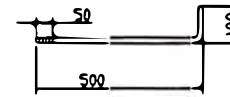
LADO PORTICO DE BARRAS 22.9 KV



LADO SALIDA DEL ALIMENTAADOR



DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE

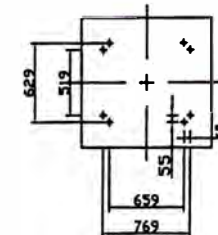


DETALLE PERNO DE ANCLAJE D = 1/2" #

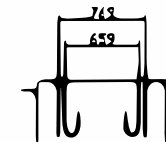
Cant. 04 u

TRAF0 SS.AA. ( TSA )

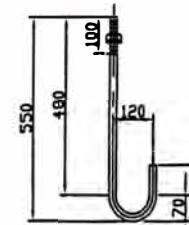
LADO PORTICO DE BARRAS 22.9 KV



LADO SALIDA DEL ALIMENTAADOR



DISPOSICION PERNOS DE ANCLAJE




DETALLE PERNO DE ANCLAJE D=3/4"

Cant. 08 u

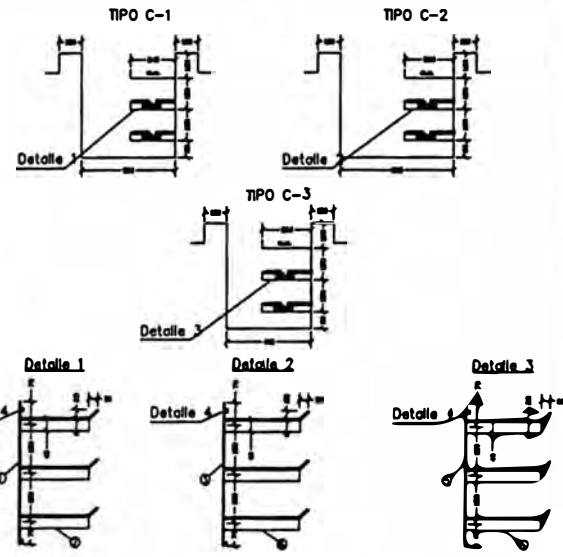
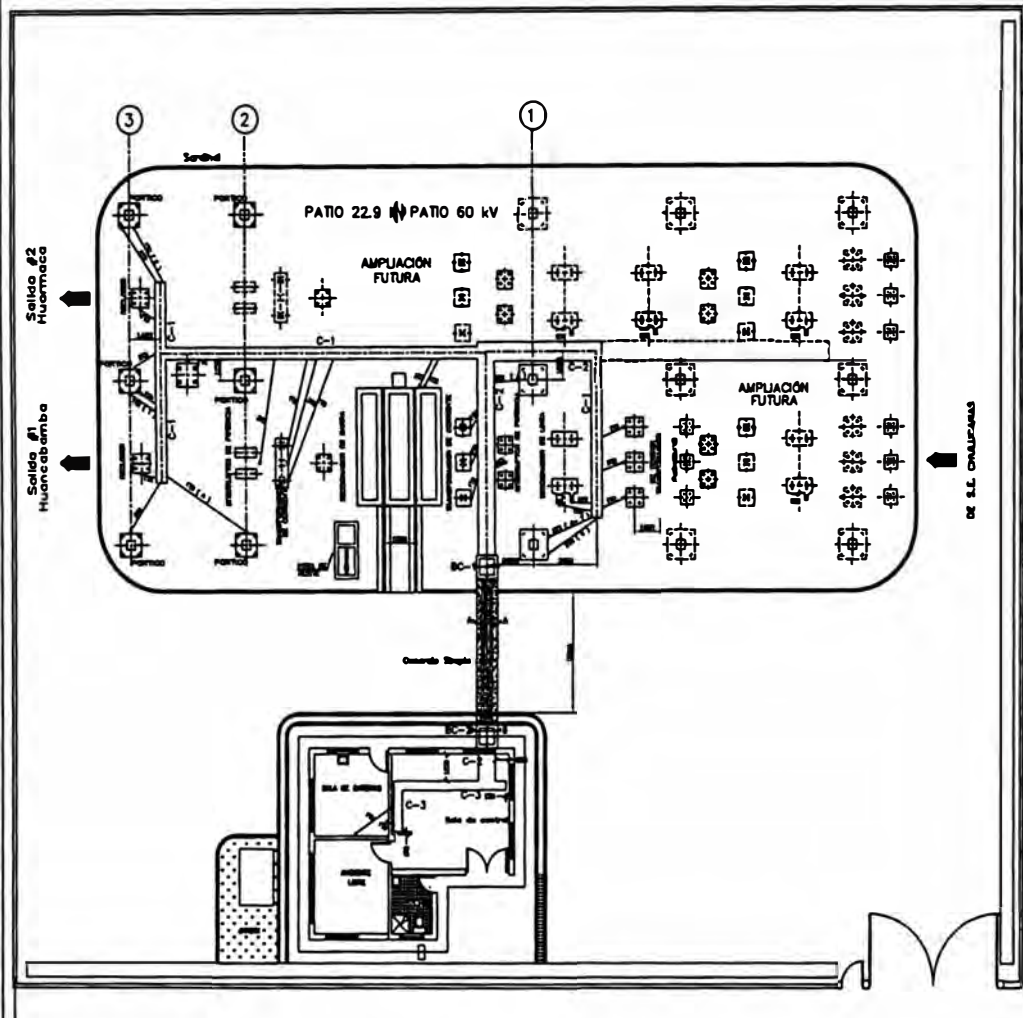
NOTA:

Cada perno con 3 tuercas, 2 arandelas planas y 1 de presión  
Grado 5, Galvanizada en caliente

Las dimensiones en mm salvo indicación expresa

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV	
		TITULO: BASE Y PERNO DE ANCLAJE TRANSF. DE CORRIENTE INTERRUPTOR DE POTENCIA, RECLOSER, TRANSF. SS.AA.	PLANO N°: 01-10-01 01
PROF: ROBERTO GONZALEZ	PROF: ANDRÉS BARRA	PROF: LUISA	
PROF: VILMA BARRERA	PROF: ROBERTO GONZALEZ	PROF: ANDRÉS BARRA	PROF: LUISA

SECCION DE CANALETAS

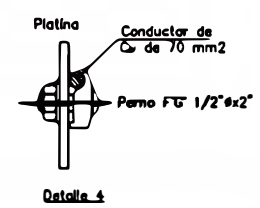
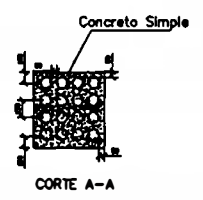
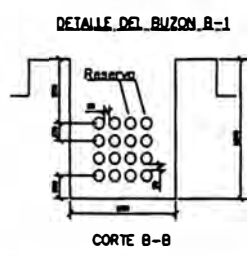


SopORTE metalico S-1 Material: Hierro Galvanizado en caliente  
 SopORTE metalico S-2 Material: Hierro Galvanizado en caliente  
 SopORTE metalico S-3 Material: Hierro Galvanizado en caliente

SopORTE	Cant.	Item	Descripcion	Unid.	Cantil.
S-1	02	1	Platina Fg 3/16"x2"x440mm	u	1
		2	Perf. angular Fg 1 1/2"x3/16" x240mm	u	3
S-2	24	1	Platina Fg 3/16"x2"x440mm	u	1
		2	Perf. angular Fg 1 1/2"x3/16" x240mm	u	3
S-3	14	1	Platina Fg 3/16"x2"x440mm	u	1
		2	Perf. angular Fg 1 1/2"x3/16" x240mm	u	3

LEYENDA	
nT1	Tubo PVC - SAP de 1 1/2"
nT2	Tubo PVC - SAP de 2"
nT3	Tubo PVC - SAP de 3"
n	Números de Tubos
( A )	Alumbrado
( T )	Tomo corriente
( E )	Emergencia

NOTA :  
 Las dimensiones en mm, salvo indicacion expresa



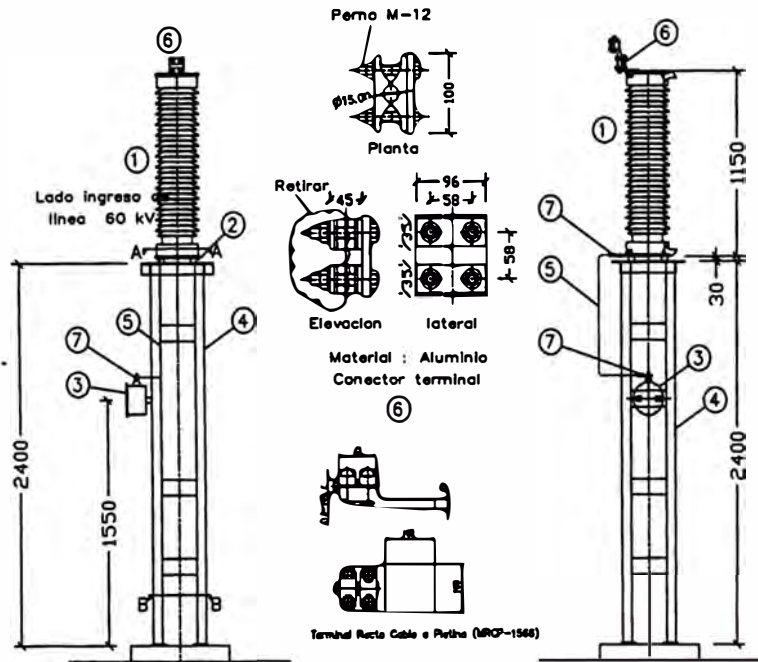
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRIC Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TITULO: TUBERIAS Y CANALETAS  
 DISPOSICION GENERAL - PLANTA

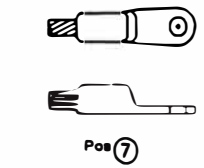
FECHA: 04-10-88

01

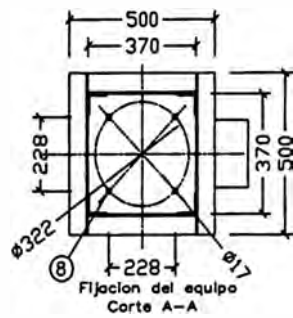


LATERAL

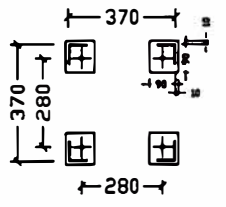
ELEVACION



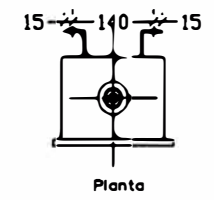
Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm<sup>2</sup> (70mm<sup>2</sup>), con ojal de 18 mm<sup>2</sup>



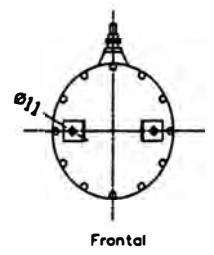
Fijación del equipo Corte A-A



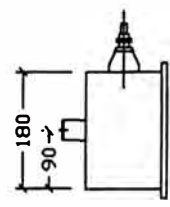
Fijación del soporte Corte B-B



Planta

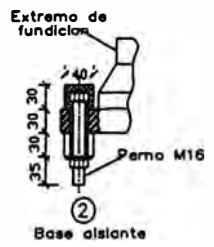


Frontal



Lateral

Contador de descarga



Extremo de fundición

Base aislante



Aislador en círculo 322

Detalle fijación equipo con la base

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11 : Ubicación Conectores - Patio Llaves 60kv

Plano de Equipo (referencia) :  
 GHC ZAQ 60 SC: Equipo Pararrayos

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

Item	Descripción	Und.	Cant.	Total	Marca	Modelo	Plano Ref.
①	Pararrayo	u	01	03	OBLUM	ZAQ-60SC	GHC-ZAQ-60SC
②	Base aislante	u	04	12	OBLUM		GHC-ZAQ-60SC
③	Contador de Descargas	u	01	03	OBLUM		SC-12B-2R
④	Soporte Metálico	u	01	03	OBLUM	----	MEP-60
⑤	Conductor blando de Cu de 70 mm <sup>2</sup>	m	1,4	4,2		----	----
⑥	Conector terminal de aluminio	u	01	03	----	----	----
⑦	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 18 mm <sup>2</sup>	u	02	06	----	----	----
⑧	Pernos M16x120 con tuerca, arandela plana y de presión	u	04	12		Calvanizada en caliente	

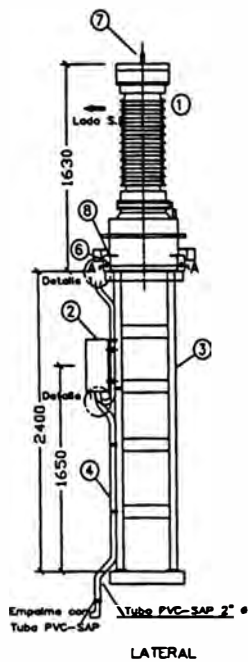
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

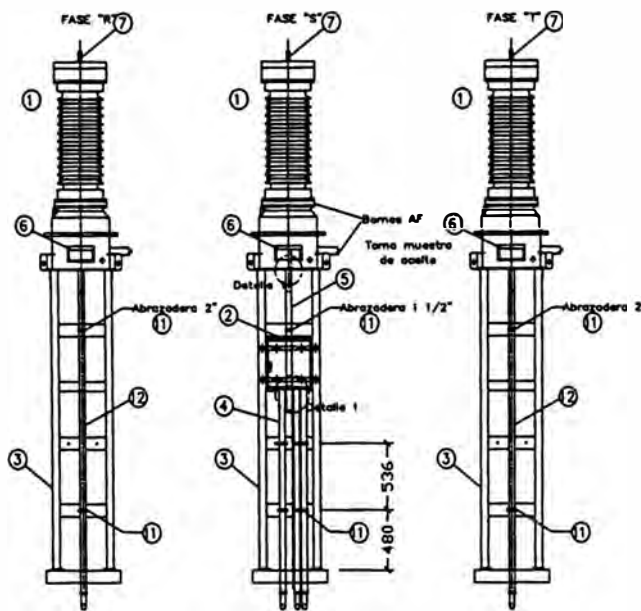
TITULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES PARARRAYOS (PRGOL)

PLANO Nº: 01-10-04 01

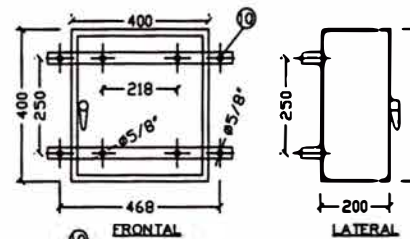
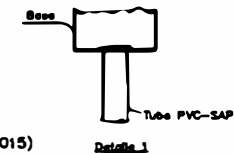
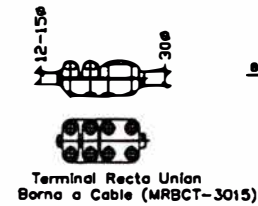
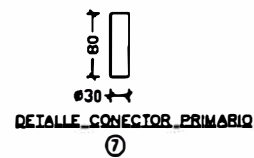
Elaborado por: [ ] Revisado por: [ ] Aprobado por: [ ]



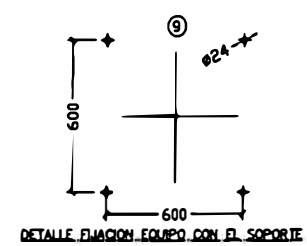
LATERAL



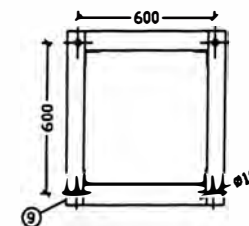
FRONTAL



FRONTAL  
LATERAL  
CAJA DE AGRUPAMIENTO DE CABLES

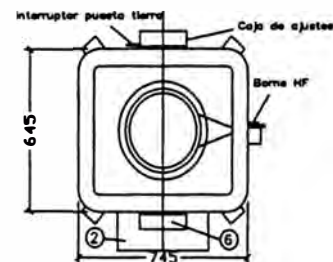


DETALLE FIJACION EQUIPO CON EL SOPORTE



FIJACION DEL EQUIPO CORTE A-A

Item	Descripción	Und.	UNIT.	Total	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Transformador de tension capacitiva (TT80)	u	01	03	ARTECHE	DDG-72	4283404
2	Caja de Agrupamiento de Cables (Fase S)	u	01	01	ARTECHE	----	TT02d
3	Soporte Metálico	u	01	03	ARTECHE	----	MTT-72
4	Tubo PVC-SAP de 2"øx1.7m (Fase S)	u	03	03	----	----	----
5	Tubo PVC-SAP de 1 1/2"øx1.3m (Fases R y T)	u	01	01	----	----	----
6	Caja de bornes secundarios	u	01	03	----	----	----
7	Conector primario	u	01	03	----	----	----
8	Perno para puesta a tierra M12	u	01	03	----	----	----
9	Pernos 3/4"øx2 " FC"	u	04	12	----	----	----
10	Pernos 1/2"øx1 1/2" FC"	u	08	08	----	----	----
11	Abrazadora de FC de 2 ejes para tubería de 2"	u	---	12	----	----	----
12	Tubo PVC-SAP de 2"øx2.8m (Fases R y T)	u	01	02	----	----	----

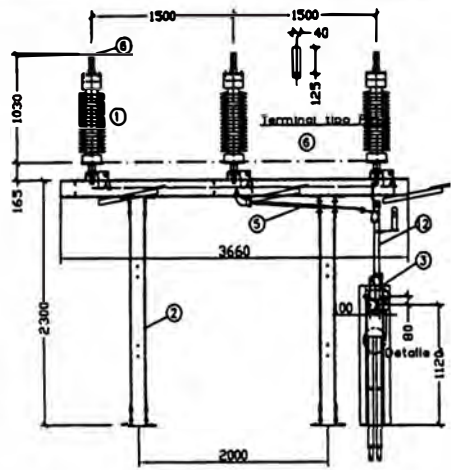


VISTA DE PLANTA TRANSFORMADOR DE TENSION

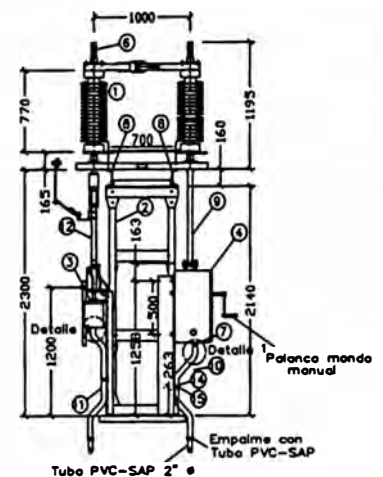
PLANOS DE REFERENCIA:  
2100EM-MO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
2100EM-MO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
PLANOS DE EQUIPO (referencia):  
4283404: Equipo Transformador de Tensión

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV			
PLANO:	MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES TRANSFORMADOR DE TENSION (TT80)	PLANO N°:	01-10-01 02
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:

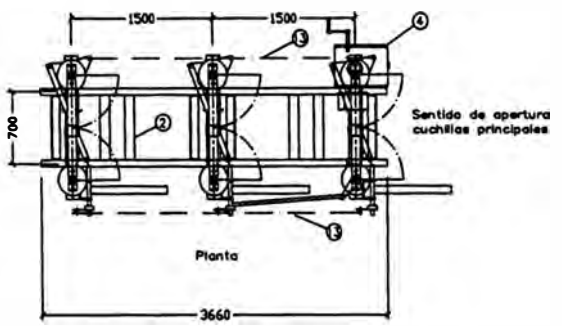


Elevación

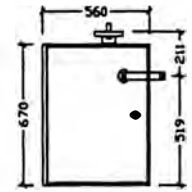
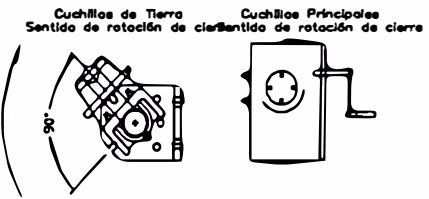
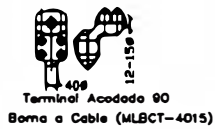


Tubo PVC-SAP 2" ø

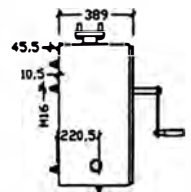
Item	Descripción	Und.	Cont.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Seccionador tripolar (OL60)	u	01	EFACEC	SHDT-72.0	3AP811148C
2	Estructura de soporte	u	01	EFACEC	----	3AP80780A
3	Mecanismo de apertura cuchillo a tierra	u	01	EFACEC	MR	3AP890221
4	Mecanismo operacion cuchillo principal	u	01	EFACEC	CS2000	3AP800230
5	Tubo 3/4" ø x 1235	u	01	EFACEC	----	----
6	Terminal tipo PIN 40mmø	u	08	EFACEC	----	3AP811170
7	Perno para cable a tierra M8	u	01	----	----	----
8	Agujero para cable a tierra M12	u	08	----	----	3AP811161
9	Tubo FT 2" ø x 307mm	u	01	----	----	4AP1008403
10	Tubo PVC-SAP de 2" ø x 1.1m	u	02	----	----	----
11	Tubo PVC-SAP de 2" ø x 1.4m	u	02	----	----	----
12	Tubo de 2" ø x 725 mm	u	01	EFACEC	----	3AP81014802
13	Tubo de 3/4" ø x 1500 mm	u	04	EFACEC	----	3AP810183202
14	Platina de 318mm x 214mm x 1/4"	u	01	SOPORTE PARA TUBO PVC		
15	Abrastora de FT de 2 ejes para tubería de 2" ø	u	04	----		



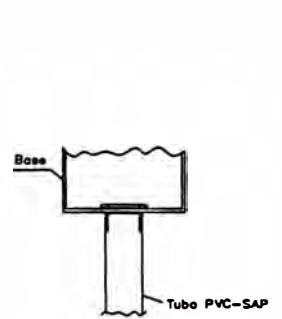
Planta



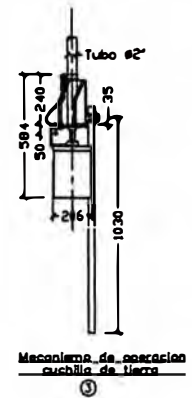
Frontal



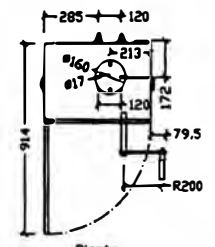
Lateral



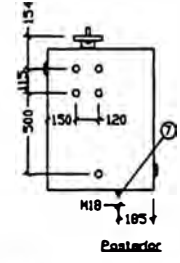
Detalle 1



Mecanismo de operacion cuchillo de tierra



Planta



Posterior

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11(1/2): Ubicación conectores - Patio Llaves 60 kv

Planos de Equipo (referencia):  
 3AP811148: Equipo Seccionador de Línea

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

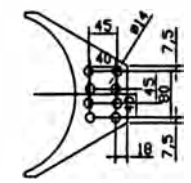
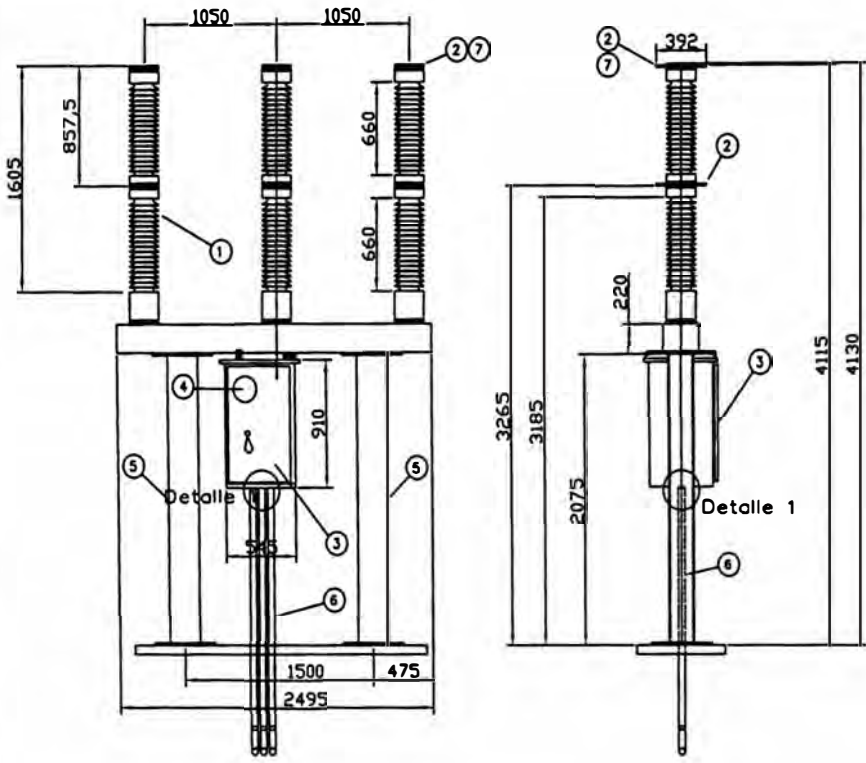
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

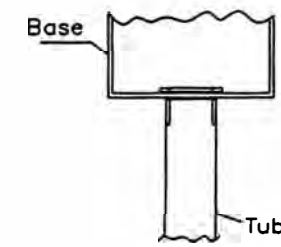
TÍTULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES SECCIONADOR DE LINEA (OL60)

PLANO N°: 01-10-04

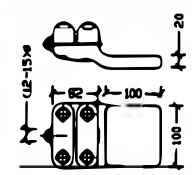
ELABORADO: [ ] REVISADO: [ ] APROBADO: [ ]



Terminal principal  
Pos. ②



Detalle 1



Conector ARRUTI MRCP-1566  
⑦

Item	Descripción	Unidades	Cantidad	Marca	Modelo	Plano Ref.
①	Interruptor de Potencia Tripolar / Mecanismo operación (0-60)	u	01	ABB Power Technology	EDF SK 1 - 1	1HYB900020-1
②	Terminal de Aluminio (Incorporado al equipo)	u	06	ABB Power Technology	----	----
③	Caja de Mando Tripolar	u	01	ABB Power Technology	----	Ubicado en la Fase "R"
④	Indicador ON / OFF	u	01	ABB Power Technology	----	----
⑤	Soporte Metálico	u	01	ABB Power Technology	----	1HYB900020-1
⑥	Tubo PVC-SAP 3"Øx1.90m	u	03			FASE "S"
⑦	Conector recto union cable a pletina	u	06	ARRUTI		

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11 (1/2): Ubicación Conectores - Patio Llaves 60kV

Planos de Equipo (referencia):  
 1HYB900020-1: Equipo interruptor de Potencia

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa

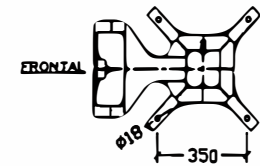
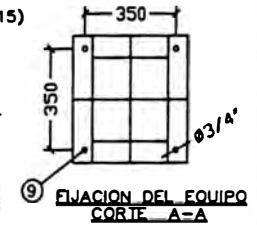
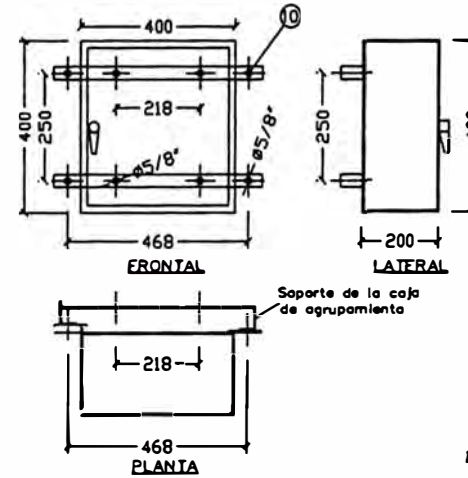
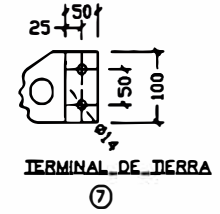
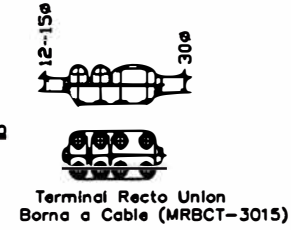
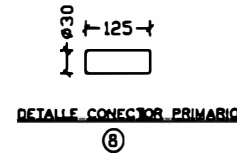
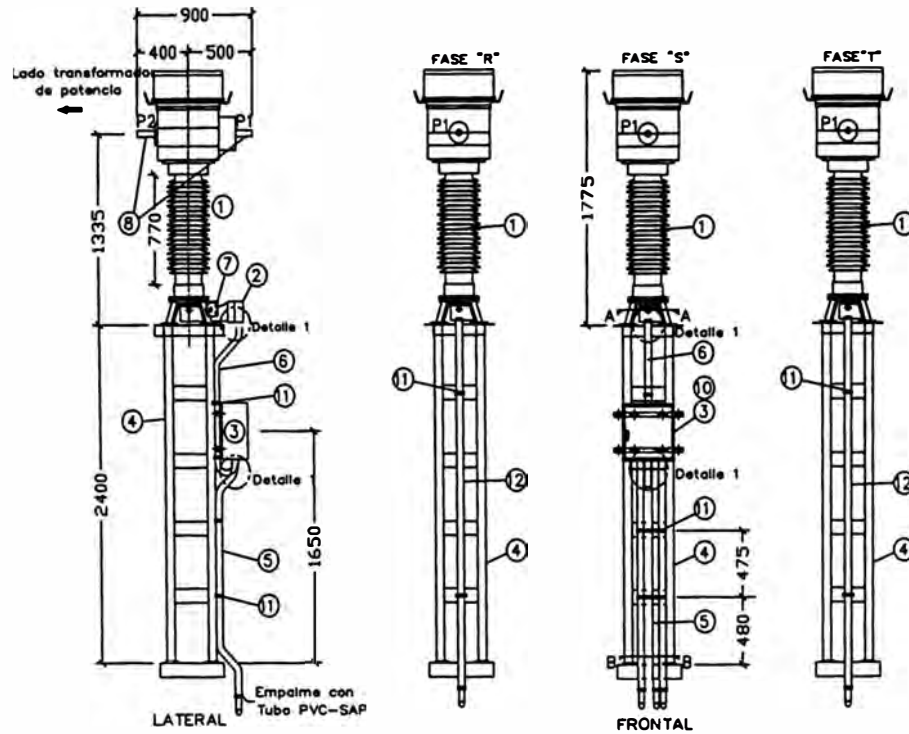
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TÍTULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES  
 INTERRUPTOR DE POTENCIA (060)

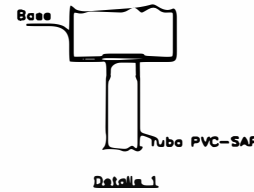
PLANO N°: 08-10-01  
 II

PROFESOR: ROBERTO GONZALEZ, LUIS RAMIREZ	ASISTENTE: JUAN CARLOS	PROFESOR: LUIS RAMIREZ
PROFESOR: LUIS RAMIREZ	PROFESOR: LUIS RAMIREZ	PROFESOR: LUIS RAMIREZ



Vista de planta Transformador de Corriente  
LATERAL

EJACION DE LA CAJA DE AGRUPAMIENTO  
(2)



Item	Descripción	Und.	Unit.	Total	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Transformador de Corriente (TC-60)	u	01	03	ARTECHE	CA-72	42833889
2	Caja de bornes	u	01	03	---	---	---
3	Caja de Agrupamiento de Cables	u	01	01	---	---	TC-02d
4	SopORTE Metalico	u	01	03	---	---	TC-01
5	Tuberia PVC-SAP de 2" x 1.7m (Fase S)	u	03	03	---	---	---
6	Tuberia PVC-SAP de 1 1/2" x 1.7m (Fase S)	u	01	01	---	---	---
7	Borne para puesta a tierra para conductor Cu 70mm <sup>2</sup>	u	01	03	ARTECHE	---	---
8	Terminal primario	u	02	06	ARTECHE	---	---
9	Pernos 5/8" x 1 1/2"	u	04	12	---	---	---
10	Pernos 1/2" x 1 1/2"	u	08	08	---	---	---
11	Abrazadera de PVC de 2 arcajes para tuberia de 2"	u	12	12	---	---	---
12	Tuberia PVC-SAP de 2" x 2.90m (Fase R y T)	u	02	02	---	---	---

Planos de referencia:  
21922M-LO-01 (1/1) Disposición de Equipos - Planta  
21922M-LO-02 (1/1) Disposición de Equipos - Elevación  
Dimensiones en mm salvo indicación expresa

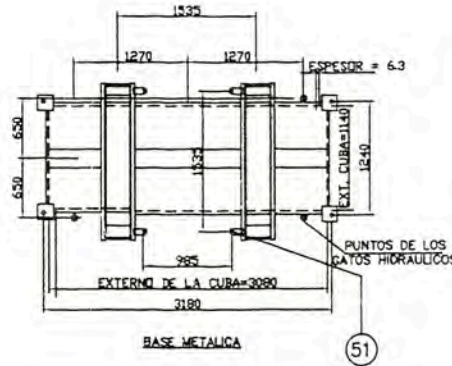
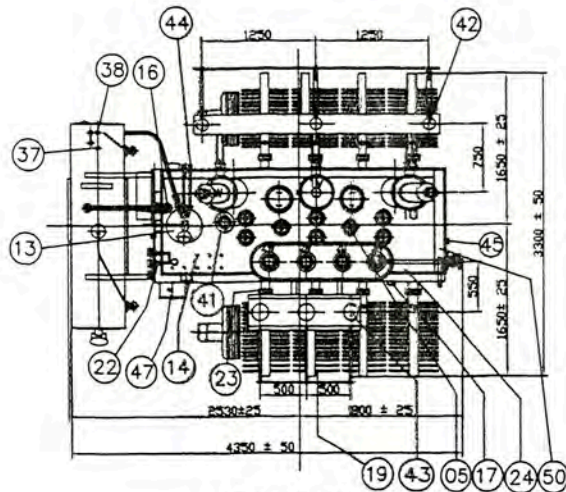
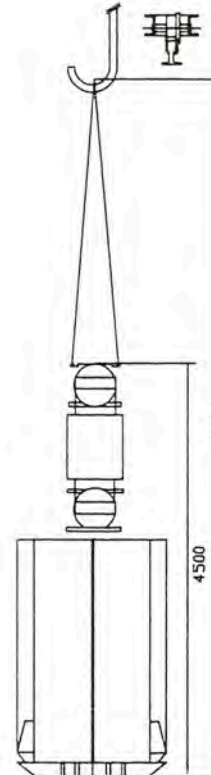
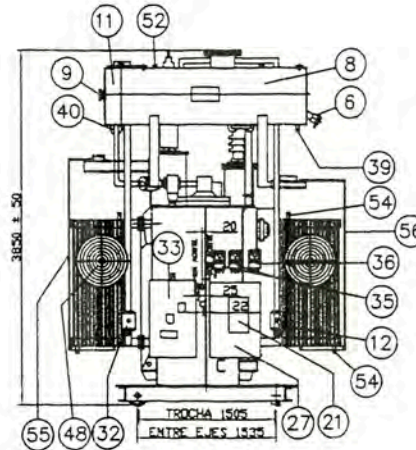
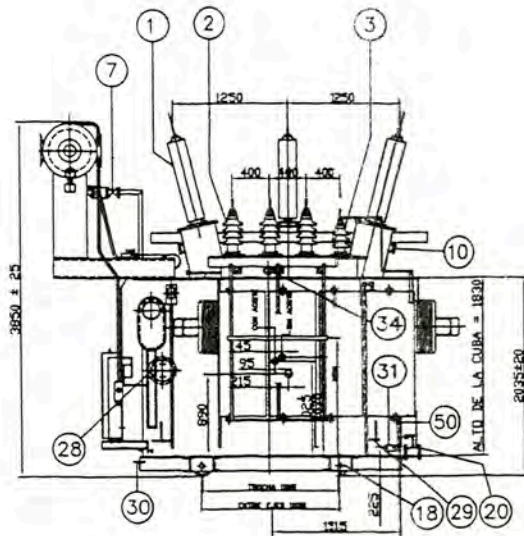
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TITULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 60kV (TC60)

PLANO N°: 04-10-04 05

PROFESOR: ROBERTO GONZALEZ	PROFESOR: JUAN RAMON	PROFESOR: LUIS
ALUMNO: DR. JOSE BARRERA	ALUMNO: LUIS	ALUMNO: MARCELO



EJE CENTRAL DE LA SALIDA A TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 22.9 kV

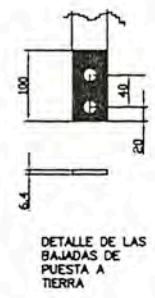
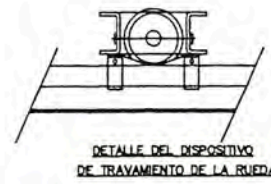
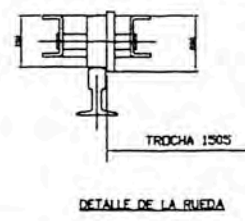
REFERENCIA: Modelo: 3005.9557  
 Marca: WEG  
 Planos: - Equipos: 7240.1247

MASAS APROXIMADAS  
 - CUBA Y ACCESORIOS 6110 kg  
 - PARTE ACTIVA 8240kg  
 - ACEITE 62x0 I 5565 kg  
 - TOTAL 19915 kg

DIMENSIONES PARA TRANSPORTE  
 - ALTO 2900 mm  
 - ANCHO 1900 mm  
 - LARGO 4100 mm  
 - MASA P/ TRANSPORTE SIN ACEITE 11785 kg

Cargas kN
Pe
166.4

Pe: Peso equipo



Item	Cant	Descripción
01	03	AISLADORES ALTA TENSION 008 380/800 CON TERMINAL #30 mm
02	03	AISLADORES BAJA TENSION 38,2kV/630A CON TERMINAL M20 x 2,5
03	01	AISLADOR NEUTRO DE BAJA TENSION 24,2kV/630A CON TERMINAL M20 x 2,5
05	08	FIJACION DE LA PARTE ACTIVA
06	01	INDICADOR DE NIVEL DEL ACEITE DEL TANQUE CON 02 CONTACTOS
07	01	RELE BUCHHOLZ DEL TRANSFORMADOR CON DOS CONTACTOS
08	01	TANQUE DE EXPANSION DEL TRANSFORMADOR CON BOLSA DE NEOPRENE
09	01	INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE DEL COMUTADOR BAJA CARGA CON 02 CONTACTOS
10	01	CAJA DE TERMINALES DE TC'S DE LOS AISLADORES DE ALTA TENSION
11	01	TANQUE DE EXPANSION DEL COMUTADOR BAJA CARGA
12	01	SECADOR DE AIRE DEL TRANSFORMADOR
13	01	COMUTADOR BAJA CARGA (MR)
14	08	VAINAS P/ TERMOMETRO
17	04	AGUJEROS PARA SUSPENSION DEL TRANSFORMADOR COMPLETO
18	04	RUEDAS BIRECCIONALES CON PESTANIAS
19	08	RADIADOR DESMONTABLE
20	01	VALVULA DE VACIADO CON CONDOR PARA FILTRO PIEDRA "W" # 1,1/2" (TIPO EXCLUSA)
21	01	PLACA DE CARACTERISTICAS
27	01	CAJA DE TERMINALES DE LOS EQUIPOS AUXILIARES
28	06	ABERTURA PARA INSPECCION DEL COMUTADOR BAJA CARGA 400 mm (LADO DE ALTA)
29	04	APOYO DE LOS GATOS HIDRAULICOS
30	04	AGUJEROS DE TRACCION
31	02	TERMINAL DE PUESTA A TIERRA PARA CABLES DE 50 HASTA 120 mm <sup>2</sup>
32	01	SECADOR DE AIRE DEL COMUTADOR BAJA CARGA
33	01	ACONCHAMIENTO DEL COMUTADOR BAJA CARGA
34	01	CAJA DE TERMINALES DE TC'S DE LOS AISLADORES BAJA TENSION
35	02	TERMOMETRO DEL BOBINADO CON 04 CONTACTOS
36	01	TERMOMETRO PARA EL ACEITE CON 02 CONTACTOS
37	01	VALVULA LLENADO TANQUE EXPANSION DE ACEITE TRANSFORMADOR "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
38	01	VALVULA VACIADO TANQUE DE EXPANSION ACEITE COMUTADOR BAJA CARGA "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
39	01	VALVULA VACIADO TANQUE EXPANSION ACEITE TRANSFORMADOR "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
40	01	VALVULA VACIADO TANQUE EXPANSION ACEITE COMUTADOR BAJA CARGA "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
42	01	SOPORTE PARARRAYO ALTA TENSION
43	01	SOPORTE PARARRAYO BAJA TENSION
44	01	VALVULA DE VACIADO DEL COMUTADOR BAJA CARGA "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
47	01	RELE DEL COMUTADOR BAJA CARGA CON 2 CONTACTOS
48	01	MOTOVENTILADOR (PREVISION)
49	01	VALVULA DE VACIADO DEL COMUTADOR BAJA CARGA "W" # 1" (TIPO EXCLUSA)
50	01	BARRAMIENTO DE NEUTRO DE BAJA TENSION
51	01	AGUJEROS DE FIJACION DE LA BASE DEL TRANSFORMADOR
52	02	AGUJEROS PARA SUSPENSION DEL TANQUE DE EXPANSION
54	16	VALVULAS DE PURGA Y VACIADO DE LOS RADIADORES
55	03	SOPORTE DE LOS CONTACTORES DE DESCARGA ALTA TENSION
56	03	SOPORTE DE LOS CONTACTORES DE DESCARGA BAJA TENSION

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-07 (1/1): Montaje de Equipos - Pararrayos 60 kV, 23 kV  
 2192EM-LO-11 (1/2): Ubicación de Conectores. patio de llaves 60kV  
 2192EM-LO-04-1/4 Disposición de bases de equipos - Planta

Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

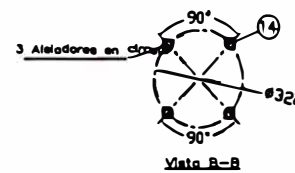
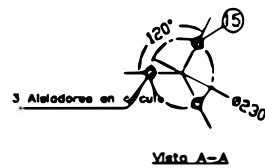
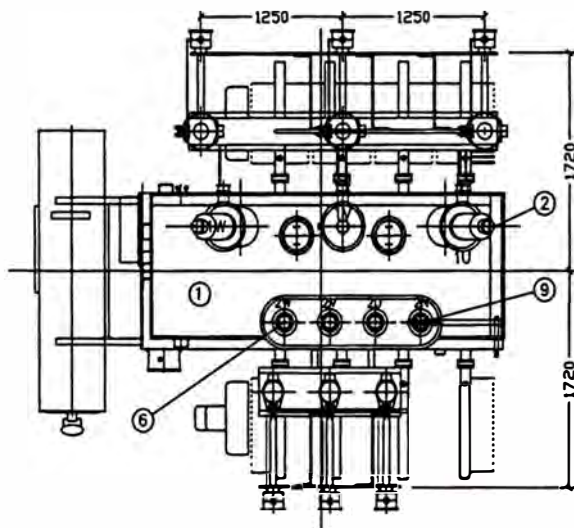
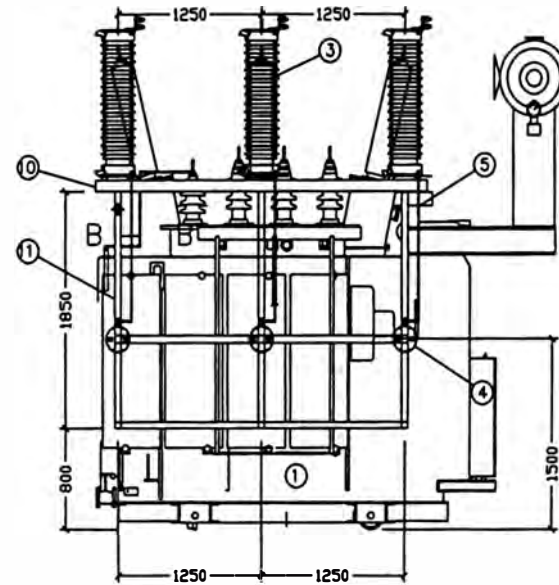
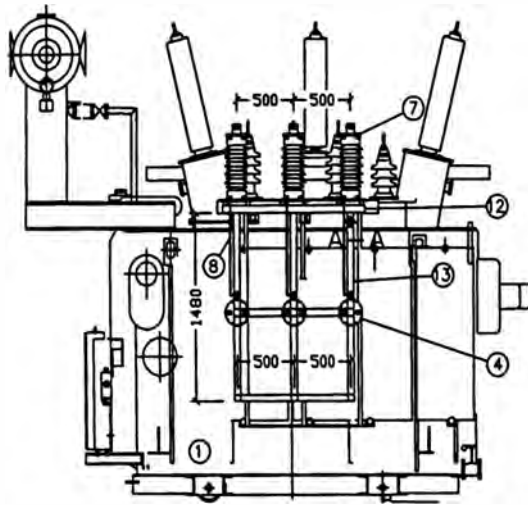
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TITULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES TRANSFORMADOR DE POTENCIA 60/23 kV

PLANO N°: EM-LO-04 06

DIENRO: RODNEY MICHAEL LAURO HUREZ	FECHA: AGO 2008	DESTINO: LOMAS
REVISOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: 3/4	PROYECTISTA: HUANUCABAMBA
DESEÑADOR: RODNEY MICHAEL LAURO HUREZ	DEPARTAMENTO: PLANTA	





Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Transformador de Potencia	=	01	VEB	2000.0007	7240.1247
2	Barra de 60 kv	=	02	---	---	0123.0000
3	Pararrayos de 60 kv (PR23)	=	02	GEALSA	ZAG 60 02	000 ZAG 60 02
4	Contactor de Descarga	=	00	GEALSA	---	00 000 00
5	Balón de Porcelana (Resistencia a la tracción 10 kv)	=	03	---	---	---
6	Resistor lineal 100 x 50 en cerámico de 25.0 kv	=	02	GEALSA	PR20 - 100x50	0123.0007
7	Pararrayos de 25.0 kv (PR20)	=	02	GEALSA	ZAG 25 02	000 ZAG 25 02
8	Balón de Porcelana (Resistencia a la tracción 10 kv)	=	02	---	---	---
9	Barra de 25.0 kv	=	01	---	---	---
10	Reporte de Pararrayos de 60 kv	=	01	VEB	---	7240.1630
11	Reporte de Resistor de Descarga de 60 kv	=	01	VEB	---	7240.1630
12	Reporte de Pararrayos de 25.0 kv	=	01	VEB	---	7240.1630
13	Reporte de Resistor de Descarga de 25.0 kv	=	01	VEB	---	7240.1630
14	Placa 010x100 PVC con armado glass y metal	=	12	---	---	---
15	Placa 1/2"x1" PVC con armado glass y metal	=	8	---	---	---

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-07 (6/75): Montaje de equipos - transformador de potencia  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11 (1/2): Ubicación de estructura. Patio de llaves 60kv

Planos de Equipos (referencia):  
 7240.1536: Detalle de los Soportes de los Contactores de Descarga  
 7240.1247: Equipo Transformador Trifásico  
 7240.1247: Dimensiones Estándar - Transformador Trifásico  
 GNC ZA080SC: Equipo Pararrayos 60 kv  
 GZAB121080SC: Equipo Pararrayos 22.9 kv

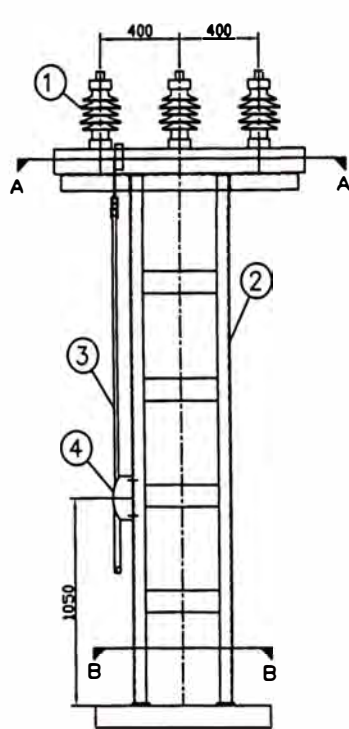
Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

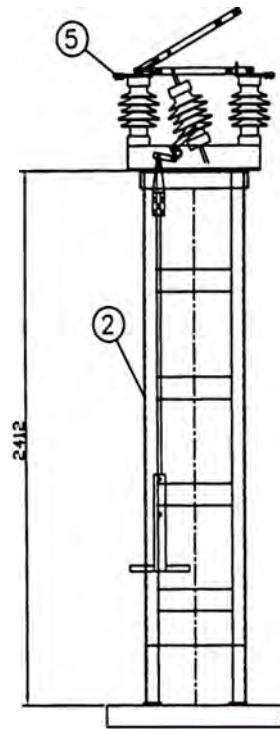
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kv

TITULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES PARARRAYOS (PR60 - PR23) PLANO Nº: 01-10-04 07

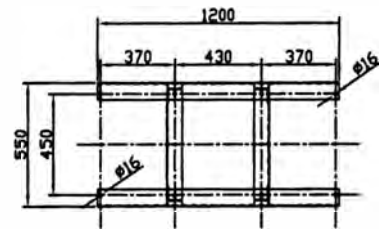
PROFESOR:	INGENIERO EN JEFE:	INGENIERO:	AYUDANTE:
DR. JOSE SUAREZ	DR. JOSE SUAREZ	DR. JOSE SUAREZ	DR. JOSE SUAREZ



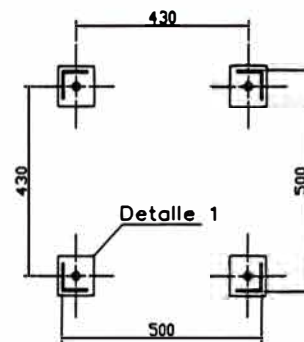
Frontal



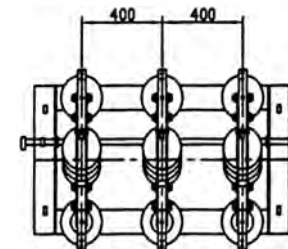
LATERAL



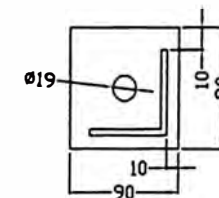
Corte A - A



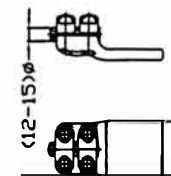
Corte B - B



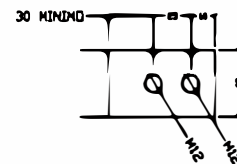
Vista de Planta



Detalle 1



Terminal Recto  
Cable a Pletina (MRCP-1535)



Detalle borne conexion  
Seccionador Tripolar de Barras

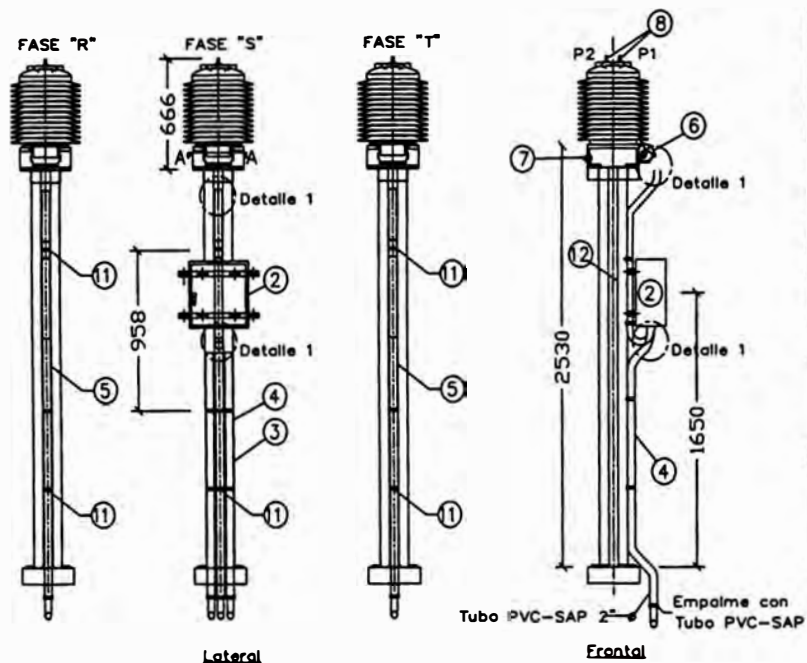
Item	Descripción	SECCIONADOR DE BARRA INSTALACION HORIZONTAL				
		Und.	Cont.	Marca	Modelo	Plano Ref.
①	Seccionador de Barra	u	01	IBERICA	A104A/24/830	MES-24
②	Soporte Metalico	u	01	----	----	
③	Varilla de accionamiento de cuchillos principales	u	01	----	----	
④	Cabezal Mando Exterior para cuchillos principales	u	01			
⑤	Bornes de conexion	u	06			

Planos de referencia:

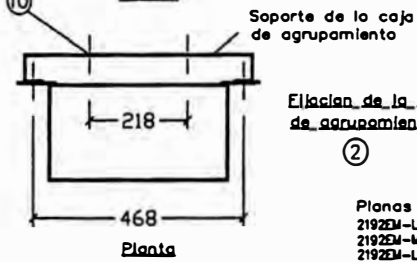
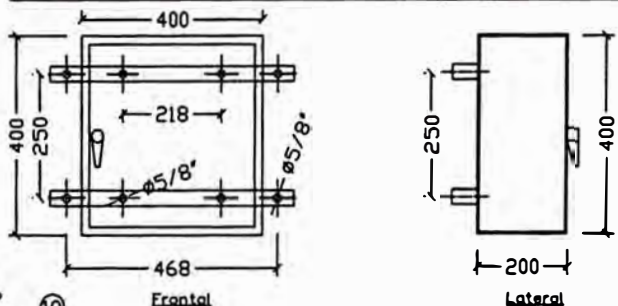
- 2192EM-L0-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta
- 2192EM-L0-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación
- 2192EM-L0-11 (1/2): Ubicación Conectores - Patio Llaves 60 kV

Dimensiones en mm salvo indicación expresa

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
PLANO N°:		PLANO N°:	
MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES		81-0-01	
SECCIONADOR DE CELDA (01.23)			
PROYECTADO:	REVISADO:	APROBADO:	ELABORADO:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
ESCALA:	ESCALA:	ESCALA:	ESCALA:
PROYECTADO POR: ING. JUAN BUSTOS	REVISADO POR: ROBERTO RAMOS, LUIS RAMOS	APROBADO POR:	ELABORADO POR:



Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Plano Ref.
①	Transformador de Corriente ( TC23 )	u	03	ARTECHE	CXG-30	8448038-A
②	Caja de Agrupamiento de Cables (Fase "S")	u	01	ARTECHE	----	TC-02-d
③	Soporte Metálico	u	03	ARTECHE	----	TC-03
④	Tubería PVC-SAP de 2"Øx1.7 m (fase "S")	u	03			
⑤	Tubería PVC-SAP de 2"Øx2.9m (Fases "R" y "T")	u	02			
⑥	Caja de bornes del transformador	u	03			
⑦	Borne para puesta a tierra	u	03			
⑧	Terminal perno rosca del primario	u	08			
⑨	Pernos 5/8"x2" FG	u	12	Con tuercas, arandela plana y presion		
⑩	Pernos 1/2"x1 1/2" FG	u	08	Con tuercas, arandela plana y presion		
⑪	Abrazadora de FG de 2 anillos para tubería de 2"	u	12			
⑫	Tubería PVC - SAP de 2" Øx1.5m (Fase "S")	u	01			

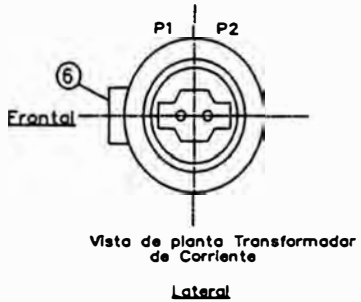
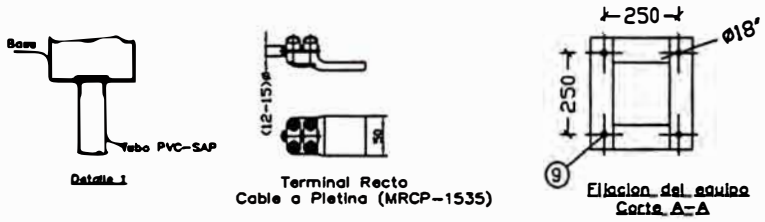
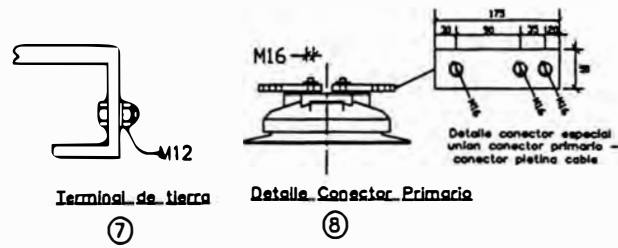


Ejecución de la caja de agrupamiento ②

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-MO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11 (2/2): Ubicación Conectores - Patio Líneas 22.9kV

Plano de Equipo (Referencia):  
 8448038-A: Equipo Transformador de Corriente

Las Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.



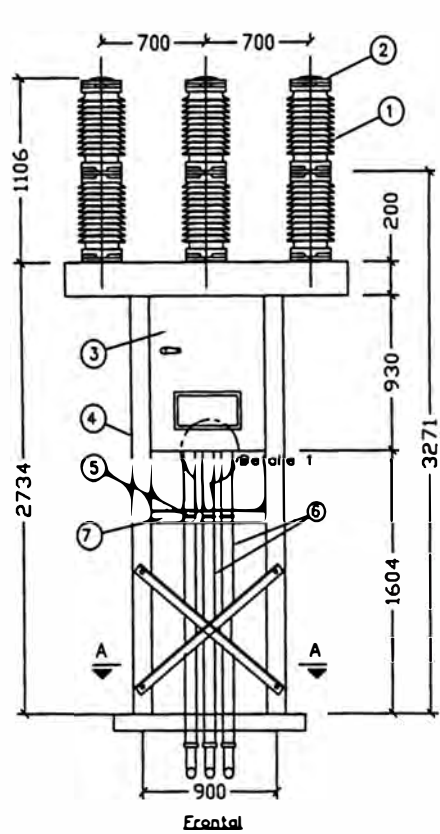
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

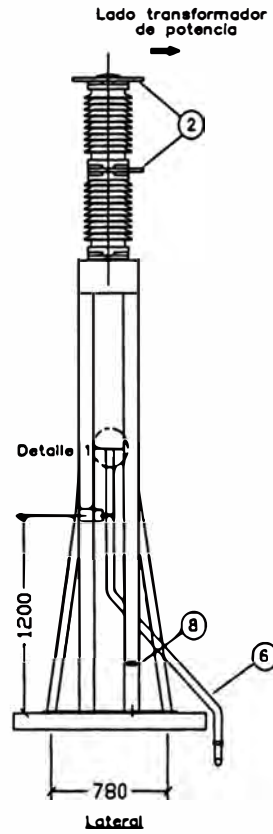
SEÑAL: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES  
 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 22.9 kV (TC23)

PLANO N°: 84-10-04  
 8

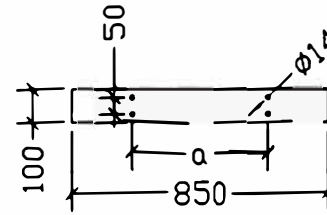
PROFESOR	INGENIERO EN JEFE	PROYECTISTA	INGENIERO EN JEFE
PROFESOR	INGENIERO	PROYECTISTA	INGENIERO
PROFESOR	INGENIERO	PROYECTISTA	INGENIERO
PROFESOR	INGENIERO	PROYECTISTA	INGENIERO



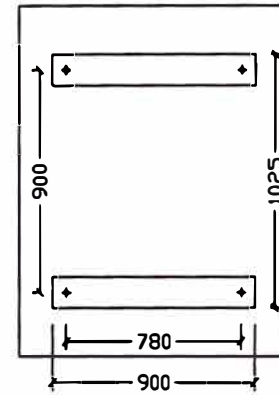
Frontal



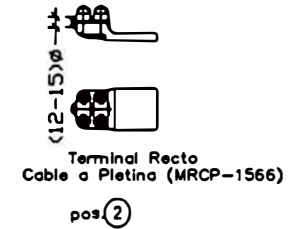
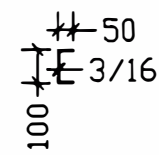
Lateral



7

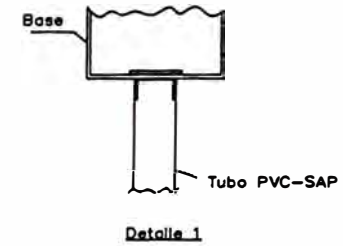


Corte A-A  
Disposición pernos de anclaje



Terminal Recto  
Cable o Pletina (MRCP-1566)

pos. 2



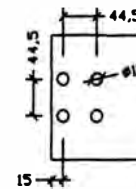
Detalle 1

Planos de referencia:  
2192EM-L0-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
2192EM-L0-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
2192EM-L0-11 (2/2): Ubicación Conectores - Patio Llaves 22.9kV

Plano de Equipo (Referencia):  
1811300015-C21 - Equipo Transformador de Corriente

Las Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

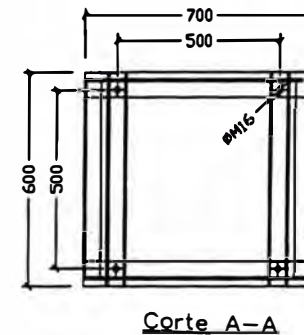
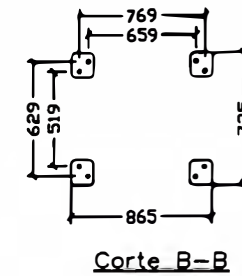
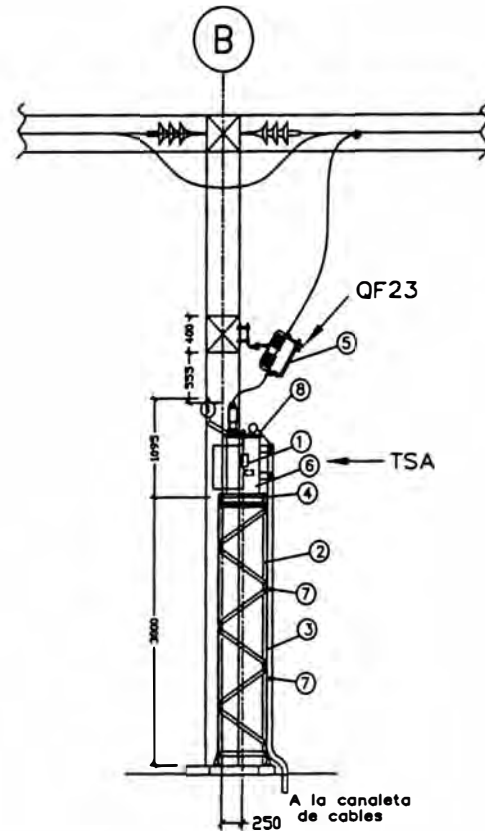
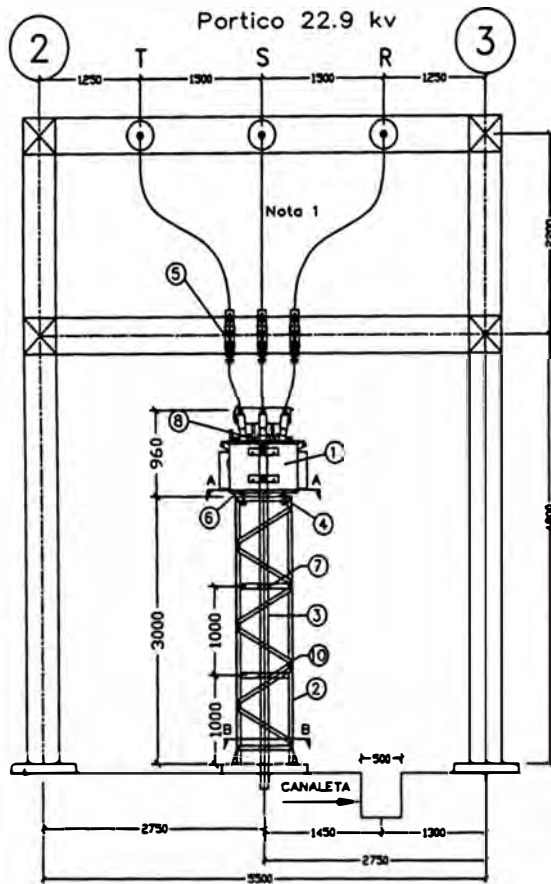
Item	Descripción	Und.	Cont.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Interruptor de potencia tripolar ( Q23)	u	01	ABB	GH836.23.23	YH1300015-C21
2	Conector de aleación de aluminio	u	06	ARRUTI	----	MRCP-1566
3	Caja de mando principal	u	01	----	----	----
4	Soporte metálico	u	01	----	----	----
5	Abrazadera de FIC de 2 orejas para tubería de 3"ø	u	03	----	----	----
6	Tubo PVC SAP 3" ø x 2.2 m ( Fases "R" "S" "T" )	u	03	----	----	----
7	soporte metálico FIC para fijación tubos de 2" ø	u	01	----	----	----
8	Terminal de conexión para puesta a tierra	u	01	----	----	----



Detalle del  
Conector principal

2

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
TÍTULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES		PLANO N°: 18	
SUB-TÍTULO: INTERRUPTOR TRIPOLAR DE POTENCIA (Q23)		Escala: 1:1	
FECHA: 18/08/2015	DISEÑADO: JUAN CARLOS	REVISADO: JUAN CARLOS	APROBADO: JUAN CARLOS

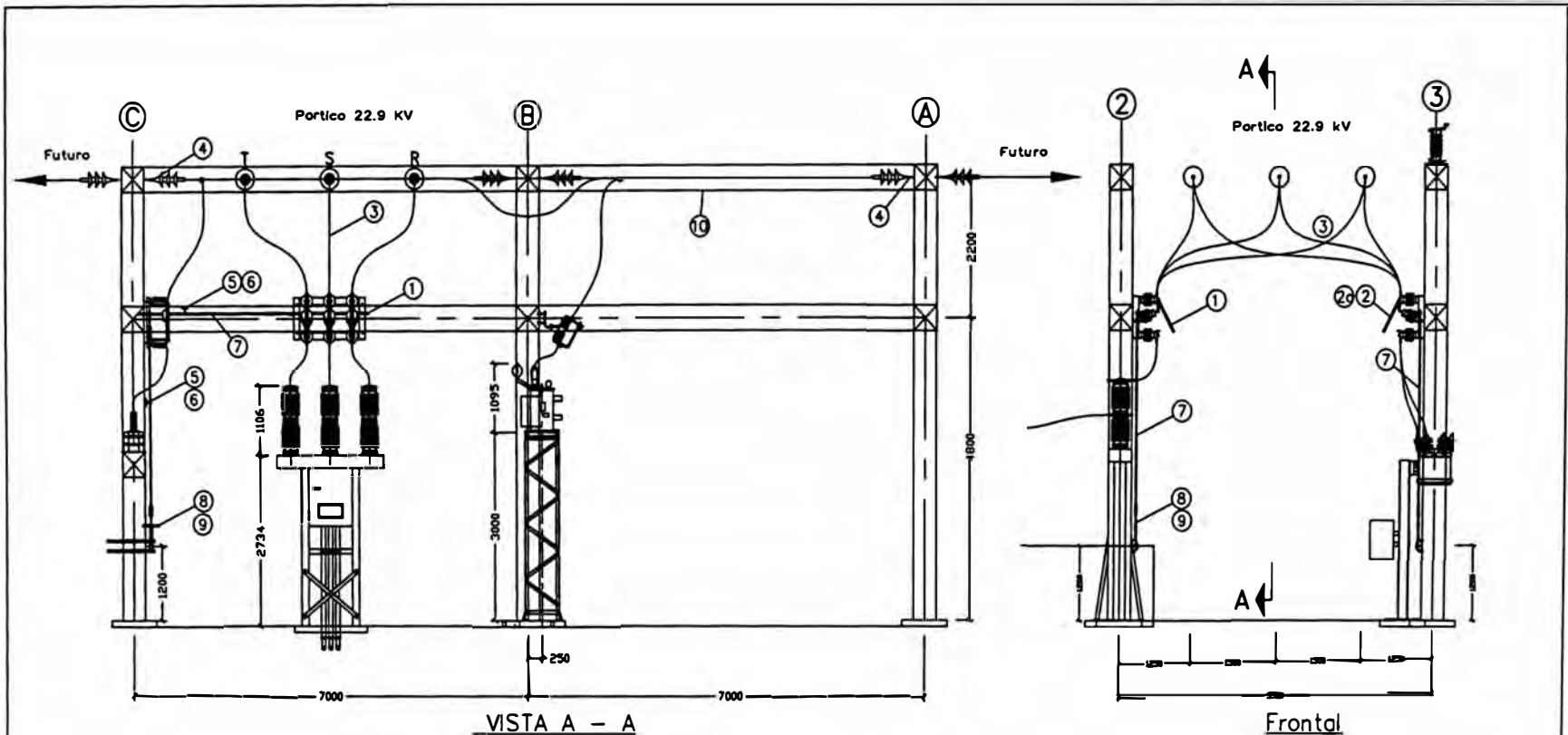


Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Transformador SSAA 23/0.40-0.23 kv, 50 kVA (TSA)	u	01	ROMAGNOLE	TTETT	TA-201
2	Soporte Metálico	u	01	ROMAGNOLE	----	M001
3	Tubo PVC - SAP 64° x 4.00 m.	u	01	----	----	----
4	Perno de fijación a estructura M16 x 380 mm	u	04	ROMAGNOLE	Acero Zincado	E-129-54
5	Seccionador Cut Out 38 kv - 100A (QF23)	u	03	SyC	89053R10-C-D	----
6	Perno para conexión a tierra	u	01	----	----	----
7	Abrazadera de PC de 2 arafes para tubería de 4"ø	u	04	----	----	----
8	Cable de energía HYY - 1 kv - 3-1x10mm <sup>2</sup> +1x10mm <sup>2</sup>	---	---	----	----	----

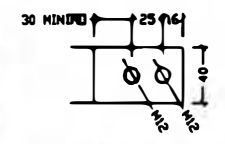
Nota :  
1.- Para el metro de los conductores y cadena de alfileres ver plano N° 2102EM-LO-07(12/15)

Planos de referencia:  
2102EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
2102EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
2102EM-LO-11 (2/2): Ubicación Conectores - Pato Llaves 22.9 kv  
Plano de Equipos (referencia):  
TA-201: Equipo Transformador de SS.AA.  
Las Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

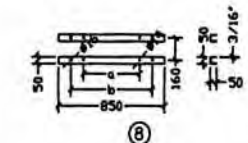
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LLAVES 80/22.9 kv			
PLANO		FOLIO N°	
MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES 22.9 kv		DE-10-04	
TRANSFORMADOR DE SS.AA. (TSA)		II	
PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	FECHA
ELABORADO	REVISADO	APROBADO	FECHA



Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Piano Ref.
①	Seccionador Tripolar de Barra (0823)	u	01	BERCA DE APARELLAJES	IA1GA	MES-24
②	Seccionador Tripolar de Barra (08231)	u	01	BERCA DE APARELLAJES	IA1GA	MES-24
③	Seccionador Tripolar de Barra (08232)	u	01	BERCA DE APARELLAJES	IA1GA	MES-24
④	Conductor AAAC - 120 mm <sup>2</sup>	m	230	----	----	----
⑤	Cadena de aisladores patio de llaves 22.9 KV	u	12	----	----	----
⑥	Separo Oute para tubo de 3/4" ø	u	02	----	----	----
⑦	Canal de Hierro Galvanizado 100x25x50mm	u	01	----	----	----
⑧	Varilla de Aclaramiento de Cuñetas Principales	Jgo	01	----	----	----
⑨	Canal de Hierro Galvanizado 50x25x50mm	u	01	----	----	----
⑩	Cabezal Mandó Entero para Cuñetas Principales	U	01	----	----	----
⑪	Portico 22.9 KV	u	----	----	----	----



Detalle borne conexión  
Seccionador Tripolar de Barras



Terminal Recto  
Cable a Platin (MRCP-1535)

Nota :  
1.- El metro del conductor y de la cadena de aisladores correspondiente a todo el patio de llaves

Plano de referencia:  
2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
2192EM-LO-11 (1/1): Ubicación Conectores - Patio Llaves 22.9 KV

Plano de Equipos (referencias):  
YN1V300015-CIL: Interruptor de potencia  
TA-201: Equipo Transformador de SS.AA.

Las Dimensiones en mm, salvo indicación exprese.

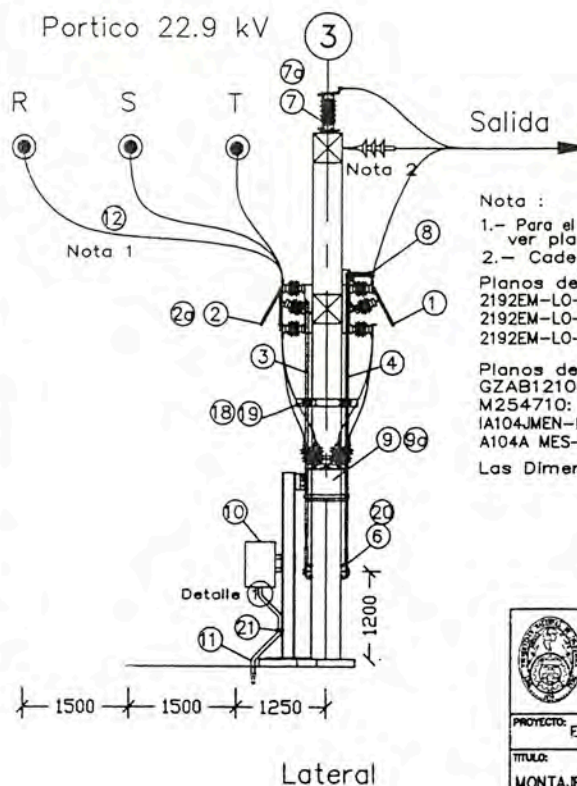
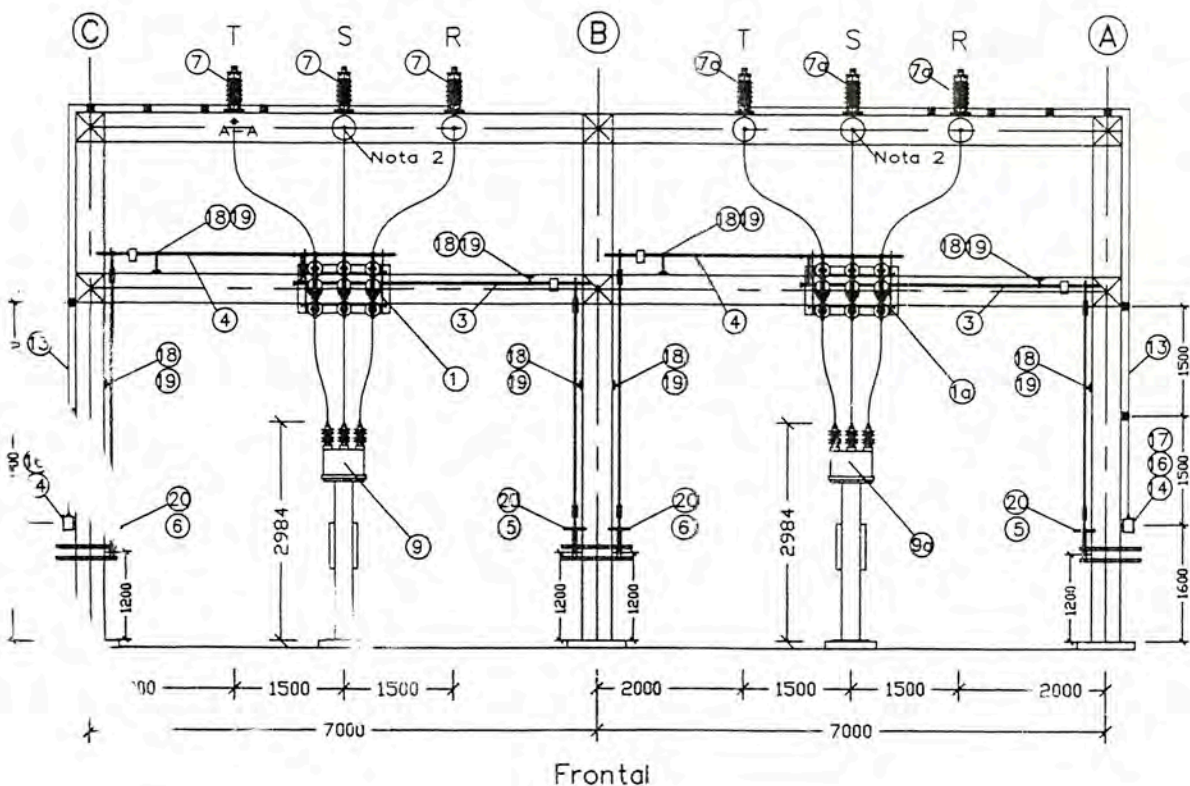
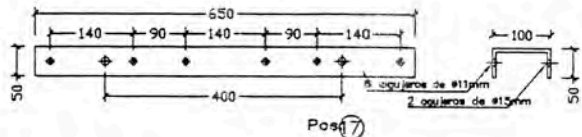
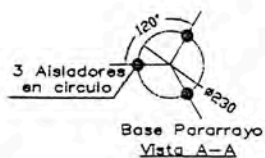
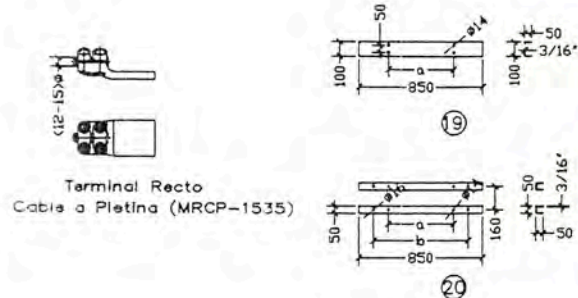
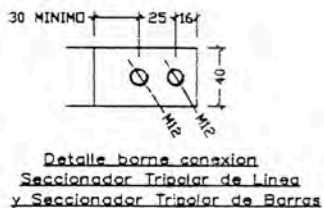
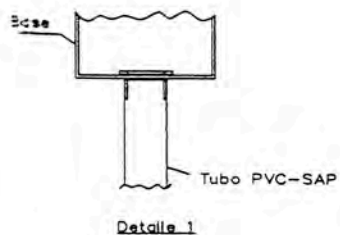
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

TÍTULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES 22.9 KV  
SECCIONADOR DE BARRAS, PORTICO 22.9 KV

PLANO Nº: 08-10-04  
12

PROYECTO	DESIGNADO	REVISADO	APROBADO
ELABORADO	VERIFICADO	COMPROBADO	CONVALIDADO
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA



Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Seccionador Tripolar de Línea (QL231)	u	01	IBERCA DE APARELLAJES	IA104A	MES-24
2	Seccionador Tripolar de Línea (QL232)	u	01	IBERCA DE APARELLAJES	IA104A	MES-24
3	Seccionador Tripolar de Barra (QB231)	u	01	IBERCA DE APARELLAJES	IA104A	MES-24
4	Seccionador Tripolar de Barra (QB232)	u	01	IBERCA DE APARELLAJES	IA104A	MES-24
5	Varillaje de Accionamiento de Cuchillos Principales	Jgo.	04	----	----	----
6	Varillaje de Accionamiento de Cuchillos de Puesta a Tierra	Jgo.	02	----	----	----
7	Cabezal Mando Exterior para Cuchillos Principales	u	04	IBERCA DE APARELLAJES	IA74	CABEZAL IA74
8	Cabezal Mando Exterior para Cuchillos de Puesta a Tierra	u	02	IBERCA DE APARELLAJES	IA74	CABEZAL IA74
9	Pararrayo 17 kV - 10 kA (PR231)	u	03	OBLUM	ZAB 21 SC	GZAB 121080 SC
10	Pararrayo 17 kV - 10 kA (PR232)	u	03	OBLUM	ZAB 21 SC	GZAB 121080 SC
11	Cuchillos para puesta a tierra	u	06	IBERCA DE APARELLAJES	----	----
12	Recloser 27 kV - 630 A (Q231)	u	01	WHIPP y BOURNE	GVR Actuador Magnético Tripolar	M254710
13	Recloser 27 kV - 630 A (Q232)	u	01	WHIPP y BOURNE	GVR Actuador Magnético Tripolar	M254710
14	Caja de mando Recloser	u	02	WHIPP y BOURNE	----	M254710
15	Tubo PVC - SAP 3" ø x 1,80 m.	u	02	----	----	----
16	Conductor AAAC 120 mm2	u	--	----	----	Nota 1
17	Conductor de Cu desnudo blando de 70 mm2	m	--	El metrodo se considera en el plano 2192EM-LO-09_13/15		
18	Contador de descarga	u	06	OBLUM	----	SC - IZB -2F
19	Terminal cobre coñimada a compresion, øal para perno 5/8"	u	06	OBLUM	----	----
20	Terminal cobre coñimada a compresion, øal para perno 1/2"	u	06	OBLUM	----	----
21	Pletina para soporte de los contadores de descarga	u	02	----	----	----
22	Soporte Guía para tubo de 3/4" ø	u	12	IBERCA DE APARELLAJES	----	CABEZAL IA74
23	Canal de Hierro Galvanizado 100x50x850mm	u	08	----	----	----
24	Canal de Hierro Galvanizado 50x25x850mm	u	12	----	----	----
25	Abrazadera de FG de 2 orejas para tubería de 3"	u	02	----	----	----

Nota :

- Para el metrodo de los conductores y cadena de aisladores ver plano N° 2192EM-LO-07 (12/15)
- Cadena de aisladores parte de la línea 22.9 KV

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11(2/2): Ubicacion Conectores-Patio de llaves 22.9 KV

Planos de Equipos (referencia):  
 GZAB121080SC: Equipo Pararrayo  
 M254710: Equipo Recloser  
 IA104JMEN-PT36: Equipo seccionador tripolar de línea  
 IA104A MES-24: Equipo seccionador tripolar de barra

Las Dimensiones en mm, salvo indicacion expresa.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

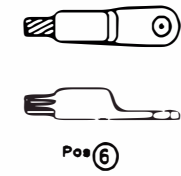
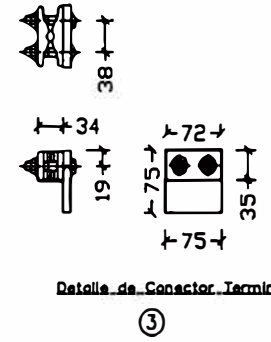
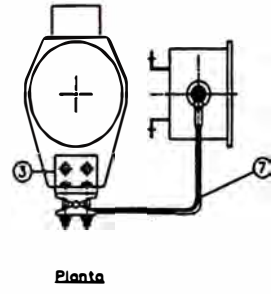
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

TITULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES 22.9 KV  
RECLOSER, SECCIONADORES, PARARRAYOS

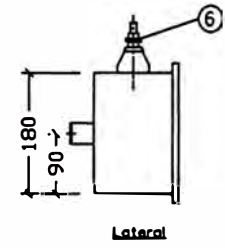
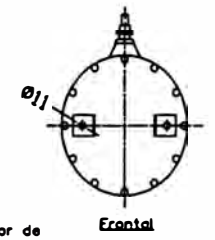
PLANO N°:  
**EM-LO-04**  
**13**

DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO NÚÑEZ	FECHA: ABRIL 2008	CERTEJO: LOMAS
REVISOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: 3/4	PROYECTO: HUANCABAMBA
DISEÑADO: ROONEY MICHAEL LAURO NÚÑEZ	DEVENIDO: PERÚ	

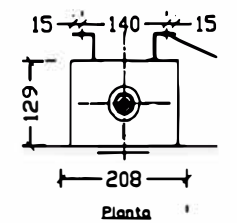
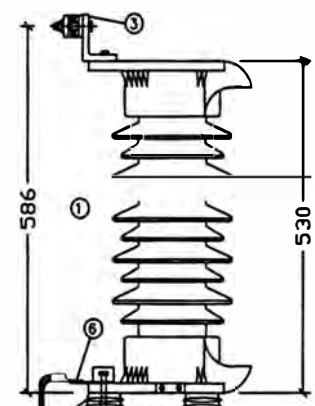
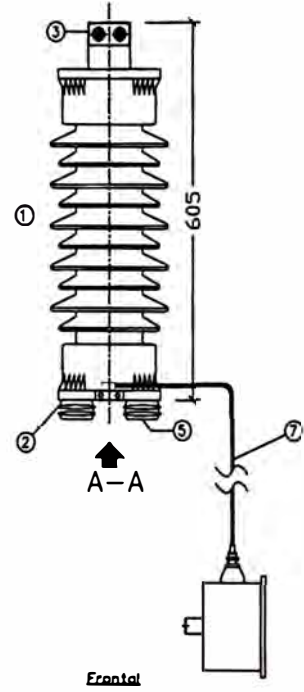
Item	Descripción	9 Pararrayos				
		Und.	Cant.	Marca	Modelo	Piano Ref.
①	Pararrayo	u	09	OBLUM	ZAB 21 SC	GZAB1210805C
②	Base aislante	u	27	OBLUM	----	GZAB1210805C
③	Conector terminal para conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> (Incorporado al equipo)	u	09			
④	Contador de Descargas	u	09	OBLUM	----	SC-123-21
⑤	Perno M16x120mm FG*	u	27	Con tuercas y arandales planos		
⑥	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 18 mm	u	09	Placas de Puente a Tierra, en planos 2100-10-09		
⑦	Cable aislado 70 mm <sup>2</sup>	u	--			



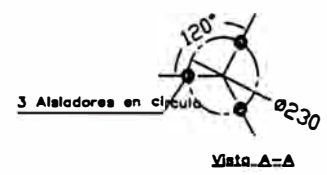
Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm<sup>2</sup> (70mm<sup>2</sup>), con ojal de 18 mm



Agujero de  $\phi 11$  mm



Contador de descargas



Planos de referencia:  
 2192EM-L0-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-L0-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-L0-11 (2/2): Ubicación Conectores - Patio Llaves 22.9 kV

Planos de Equipos (referencia):  
 GZAB1210805C: Equipo pararrayos 22.9kV

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

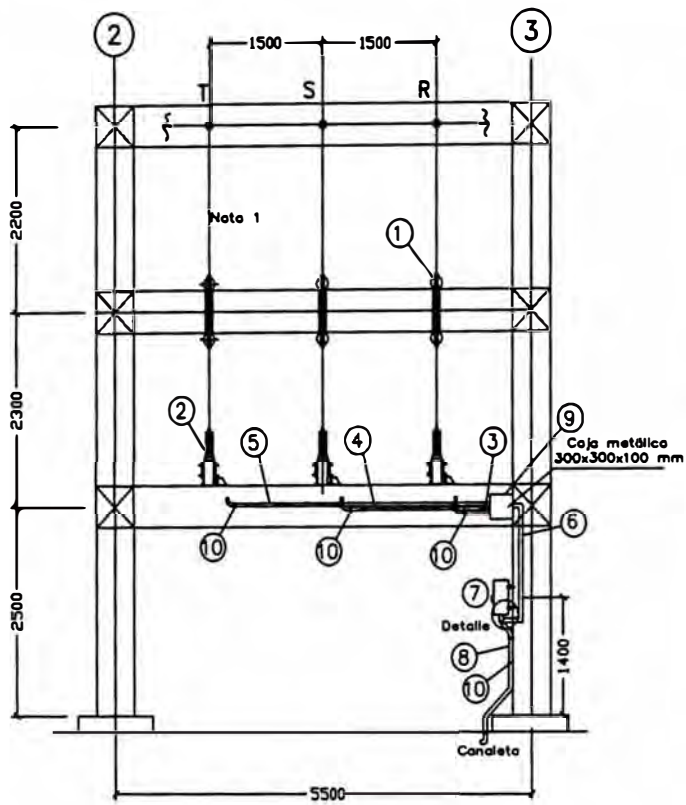
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TÍTULO: MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES 22.9 kV  
 PARARRAYOS 22.9 kV (PR23, PR231, PR232)

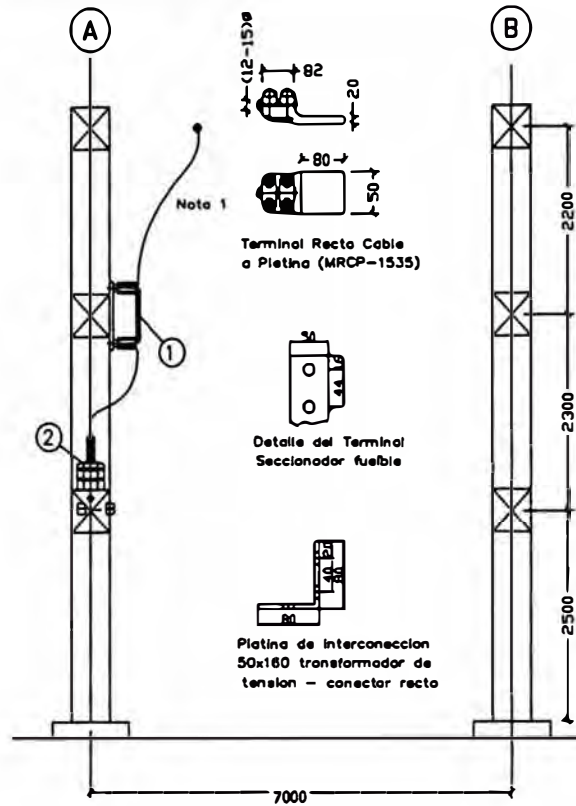
PLANO N°: 04-04  
 16

PROYECTADO: ROBERTO VARGAS, LUIS BARRERA	REVISADO: ROBERTO VARGAS, LUIS BARRERA	ELABORADO: ROBERTO VARGAS, LUIS BARRERA	APROBADO: ROBERTO VARGAS, LUIS BARRERA
--	--	---	--

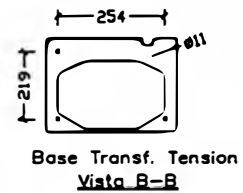
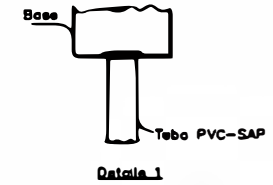




Frontal



Lateral



Nota :

1.- Para el metro de conductores y cadena de aisladores ver plano N° 2192EM-LO-07 (12/15)

Planos de referencia:

2192EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-11 (1/2): Ubicación Conectores - Patio Llaves 60kv

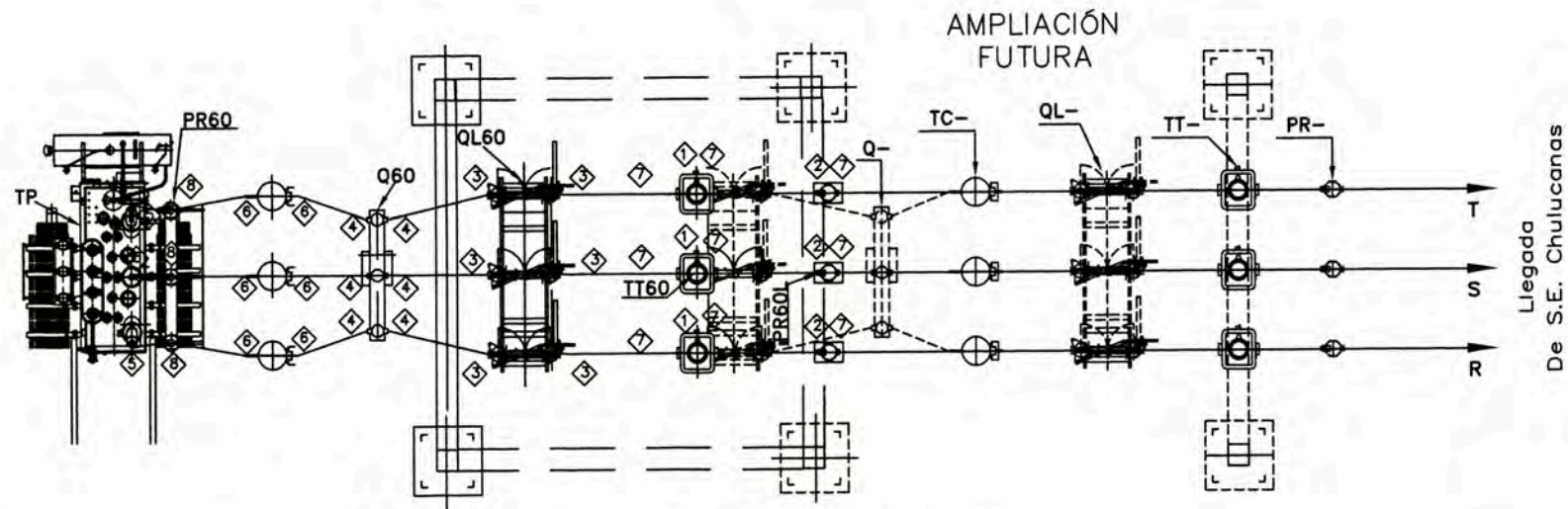
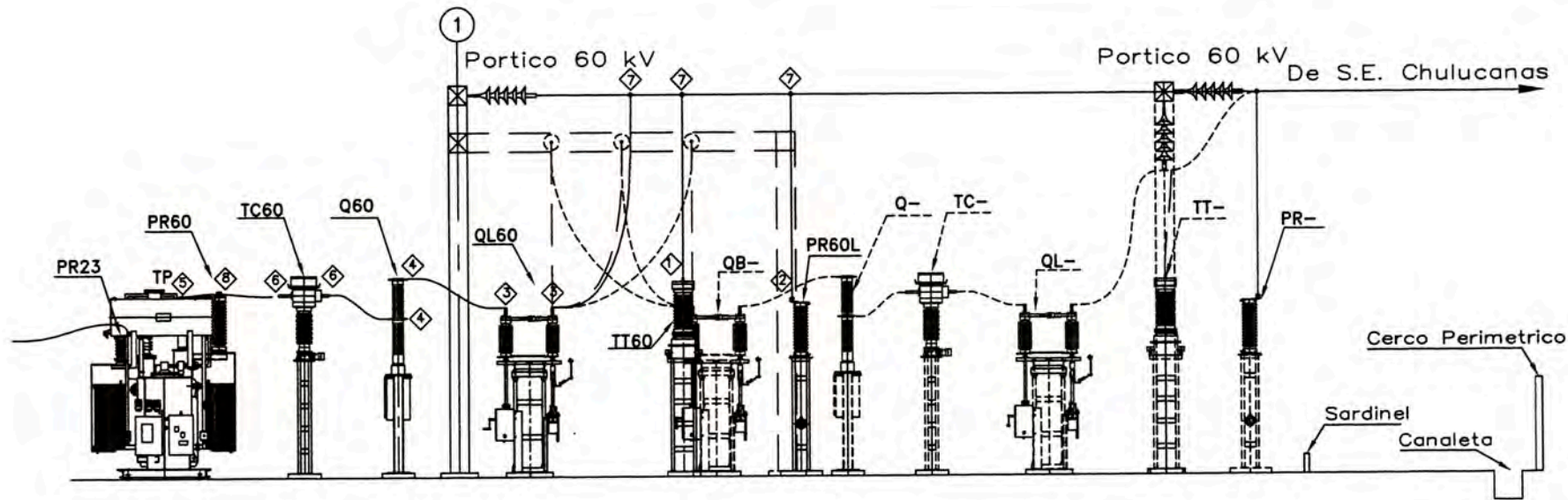
Planos de Equipo (referencia):

8448134A: Equipo transformador de tensión

Las dimensiones en mm, salvo indicación expreso

Item	Descripción	Und.	Cant.	Marca	Modelo	Plano Ref.
1	Seccionador Fuelle Tipo Carbuho 22.9kV (FUE23)	u	03	S y C Electric	09053R - 10 - CD	301 - 31 (3/4)
2	Transformador de Tensión de Barra 22.9 kV (T23B)	u	03	ARTECHE	URL - 24	8449084
3	Tubo PVC - SAP 2" ø x 0.70 m.	u	01	----	----	----
4	Tubo PVC - SAP 2" ø x 2.10 m.	u	01	----	----	----
5	Tubo PVC - SAP 2" ø x 3.60 m.	u	01	----	----	----
6	Tubo PVC - SAP 2" ø x 1.80 m.	u	01	----	----	----
7	Caja de agrupamiento de cables	u	01	ARTECHE	----	----
8	Tubo PVC - SAP 2" ø x 1.80 m.	u	02	----	----	----
9	Caja de base metálica 300x300x100mm con 12 bornes para conductor de 10 mm <sup>2</sup>	u	01	----	----	----
10	Abrazador de PVC de 2 aristas para tubería de 2"	u	08	----	----	----

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PLANO N°	04-04-15
MONTAJE DE EQUIPOS - PATIO DE LLAVES 22.9 kV			
TRANSFORMADOR DE TENSION, SECCIONADOR FUSEBLE			
PROYECTO	FECHA	ELABORADO	REVISADO
PROYECTO	FECHA	ELABORADO	REVISADO
PROYECTO	FECHA	ELABORADO	REVISADO



Legenda de conectores de equipos 60 kV

Item	Equipo		Conductor		Conector					Observaciones		
	Designacion	Borne	Dimens.	Material	Dimens.	Material	Tipo	Proveedor / Marca				
								MEM	Arruti		Dimens.	Cant.
1	Transformador de tension (TT60)	PIN Liso	φ=30mm	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector recto Borne - Cable	---	MRBCT-3015	φc=12-15mm	03	---
2	Pararrayos (PR60L)	Placa	100x100	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector recto Placa - Cable	---	MRCP-1566	φc=12-15mm	03	Placa sin agujeros
3	Seccionador de linea (QL60)	PIN Liso	40φx125mm	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conect acodado Borne - cable	---	MLBCT-4015	φc=12-15mm	06	---
4	Interruptor de potencia (Q60)	Placa	100x100	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector recto Placa - Cable	---	MRCP-1566	φc=12-15mm	06	Placa sin agujeros
5	Transformador de potencia (TP)	PIN Roscado	20φx60mm	Laton Estafado	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector recto Perno - Cable	Incorporada al equipo			03	---
6	Transformador corriente (TC60)	PIN Liso	30φx80mm	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector recto Borne - Cable	---	MRBCT-3015	---	06	---
7	Derivacion	Conductor	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector en T Cable - Cable	---	MDCP-1515	φc=12-15mm	09	---
8	Pararrayo (PR60)	Placa	100x100	Aluminio	φ=14.3 mm	Aleac. Aluminio	Conector en T Placa - Cable	---	MDCP-1515	φc=12-15mm	03	---

Nota:  
Ver Leyenda en el Plano N° 2192EM-LO-02

Planos de Referencia:  
2192EM-LO-01: Disposicion de Equipos - Planta - Patio de Llaves

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

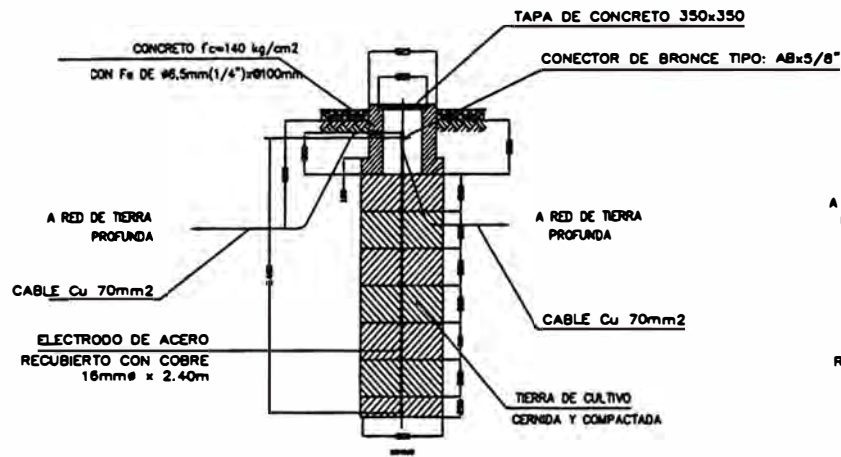
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

TITULO: UBICACION DE CONECTORES-PLANTA-ELEVACION PATIO DE LLAVES 60 KV

PLANO N°:  
**EM-LO-08**  
**01**

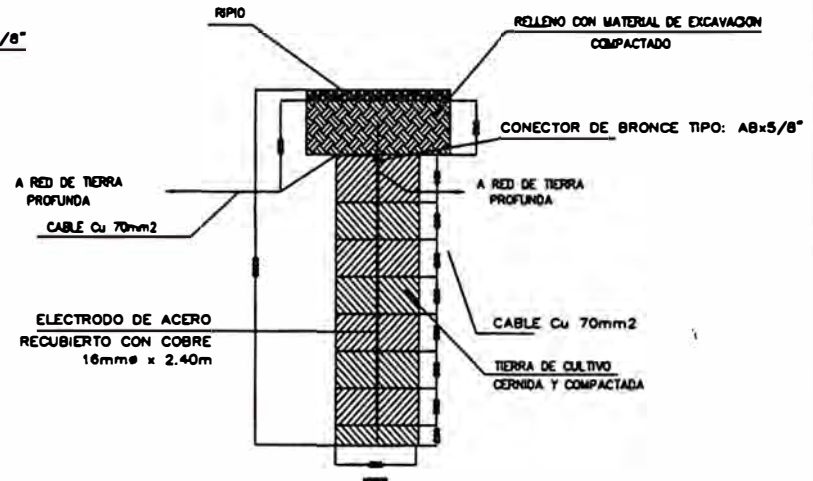
DIENSO: RODNEY MICHAEL LAURO HUIZET	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
ESCALA: S/C	PROVINCIA: HUANCABAMBA	
ARZOBISPO: ING. JUAN BAUTISTA	DEPARTAMENTO: PUNO	


CORTE A-A



POZO DE PUESTA A TIERRA CON TAPA DE CONCRETO  
SIMBOLO 

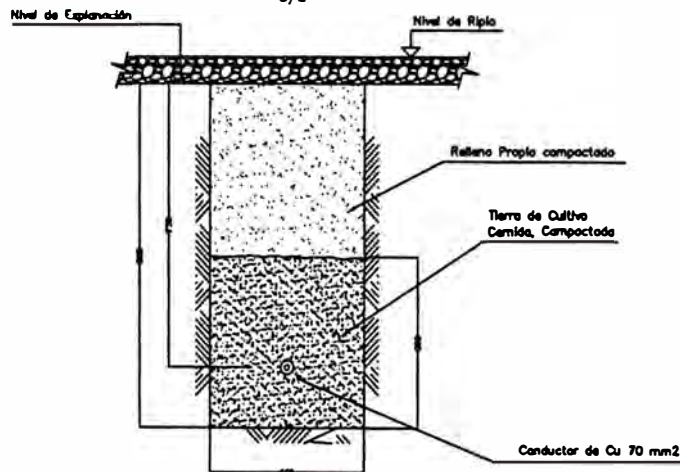
CORTE B-B



POZO DE PUESTA A TIERRA  
SIMBOLO 


CORTE C-C

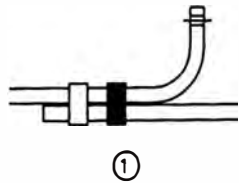
DETALLE DE INSTALACION - CABLE DE TIERRA  
S/E



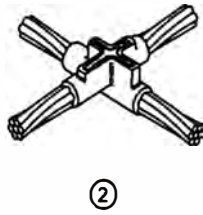
PLANOS DE REFERENCIA:  
2192EM-LO-08-1/3 MALLA DE TIERRA PROFUNDA - DISPOSICION  
2192EM-LO-08-3/3 DETALLE DE CONECTORES - PUESTA A TIERRA

LAS MEDICIONES EN mm.

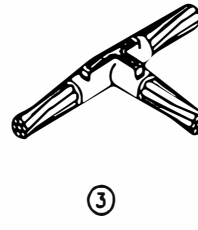
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
TITULO: MALLA DE TIERRA PROFUNDA DETALLES DE CORTE		PLANO N°: 08-10-05 02	
DISEÑADO: ROBERTO GONZALEZ LARREA	DISEÑADO: LUIS	DISEÑADO: LUIS	DISEÑADO: LUIS
REVISADO: ROBERTO GONZALEZ LARREA	REVISADO: LUIS	REVISADO: LUIS	REVISADO: LUIS
ELABORADO: ROBERTO GONZALEZ LARREA	ELABORADO: LUIS	ELABORADO: LUIS	ELABORADO: LUIS



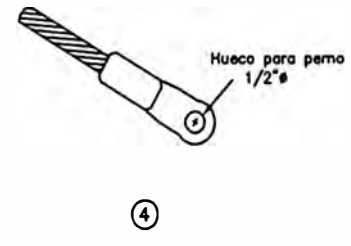
①  
Empolme Pletino y Cond.  
70 mm<sup>2</sup> - Conex. Horiz. Cu - Cu



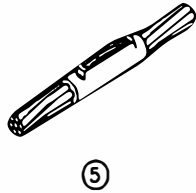
②  
Cruce Conductor 70 mm<sup>2</sup> - 70mm<sup>2</sup>  
Conex. Horizontal Cu - Cu



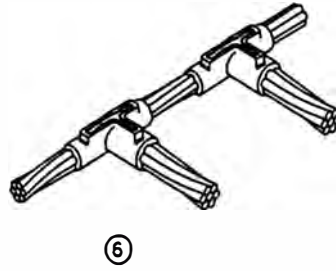
③  
Derivación desde Cond. 70 mm<sup>2</sup>  
Cond. 70 mm<sup>2</sup> ; Conex. Horiz. Cu - Cu



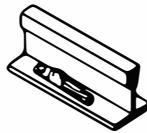
④  
Terminal de Conex. o Compresión  
Cond. 70mm<sup>2</sup>; Conex. Horiz. Cu - Cu



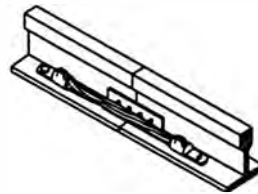
⑤  
Unión Cond. Cond. 70mm<sup>2</sup> -  
70 mm<sup>2</sup> Conex. Horiz. Cu - Cu



⑥  
Derivación doble Conds. desde 70mm<sup>2</sup> - 70 mm<sup>2</sup>  
Conex. Horizontal Cu - Cu  
Pororroyos y neutros del transformador de potencia



⑦  
Llegado de Conductor de Tierra  
70 mm<sup>2</sup> o Riel




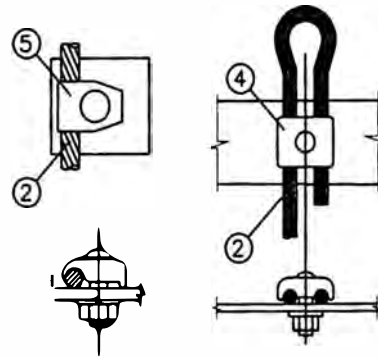
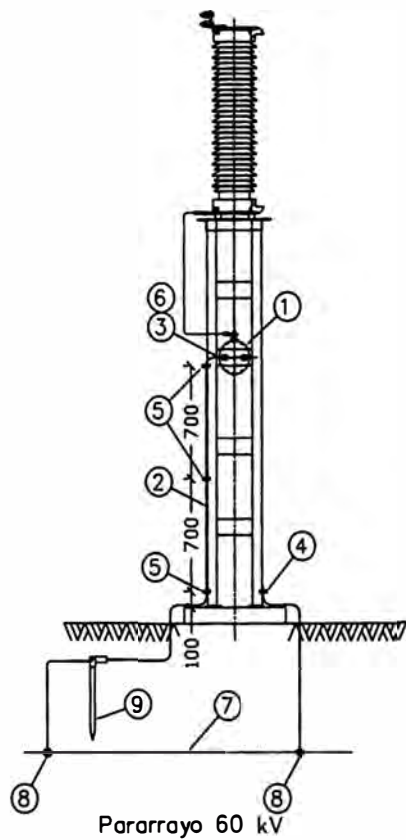
⑧  
Unión de Continuidad Exterior  
70 mm<sup>2</sup> Riel - Riel

Notas :

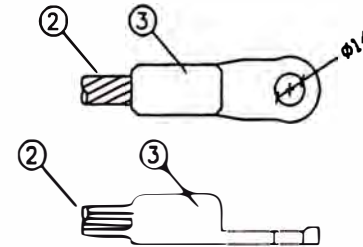
- 1.- Todas las conexiones enterradas se harán con soldadura exotérmica.
- 2.- Las conexiones externas se harán con conectores galvanicamente compatibles, de presión y desmontables.
- 3.- Se pintarán con color amarillo los recorridos externos de los conductores de tierra.
- 4.- Los salidas de conductor de conexión desde la red de tierra profunda no requieren de tubo protector.
- 5.- Todos los conductores y electrodos del sistema de puesta a tierra profunda son desnudos, sin ningún recubrimiento.
- 6.- Conductor de 70mm<sup>2</sup>, equivalente N° 2/0 AWG.

PLANOS DE REFERENCIA:  
2192EM-L0-01 DISPOSICION DE EQUIPOS - PLANTA - PATIO DE LLAVES  
2192EM-L0-04-1/4 DISPOSICION DE BASES - EQUIPOS Y PORTICOS - PLANTA  
2192EM-L0-08-1/3 MALLA DE TIERRA PROFUNDA - DISPOSICION

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
TITULO: MALLA DE TIERRA PROFUNDA DETALLES DE CONECTORES		PLANO N°: B-10-05 03	
ELABORADO: INGENIERO AUXILIAR LUIS HURTADO	REVISADO: INGENIERO AUXILIAR LUIS HURTADO	APROBADO: INGENIERO AUXILIAR LUIS HURTADO	FECHA: 10/05/03
DISEÑADO: INGENIERO AUXILIAR LUIS HURTADO		AUTORIZADO: INGENIERO AUXILIAR LUIS HURTADO	



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VÍA    CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VÍAS

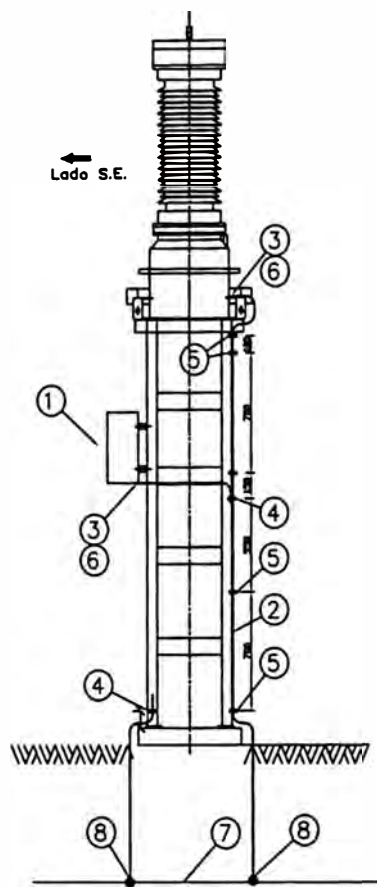


Item	Descripción	3 Pararrayos		
		Ud.	u	Total
①	Contador de operaciones	u	01	03
②	Conductor de cobre desnudo blando de 2x1x70mm <sup>2</sup>	m	6	10.8
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojo de 14 mm <sup>2</sup>	u	02	06
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	01	03
⑤	Grapa de fijación de 1 vía, para cable blando de Cu 70 mm <sup>2</sup> de sección	u	03	09
⑥	Perno 1/2" x 1" con tuerca, arandela plana y presión	u	01	03
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	....	....	....
⑧	Conexión exotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	02	06
⑨	Varillas Cobreadas 5/8" x 2.40 m (para cada fase)	u	01	03

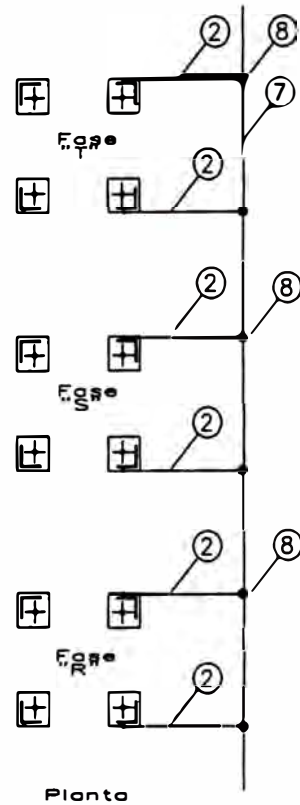
Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02 (1/1): Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Las dimensiones en mm, salvo indicación expresada.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
TITULO: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 60 kV		PLANO N°: 01-0-06	
AUTOR: ING. JUAN BARRERA		FECHA: 04/06/06	
REVISOR: ING. JUAN BARRERA		APROBADO: ING. JUAN BARRERA	

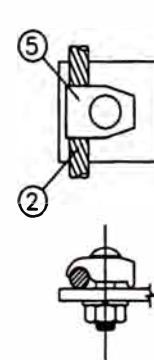
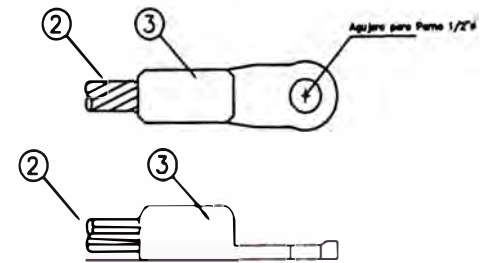


Transformador de Tensión 60 kV

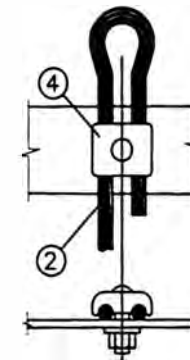


Planta

Malla de tierra profunda




CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA

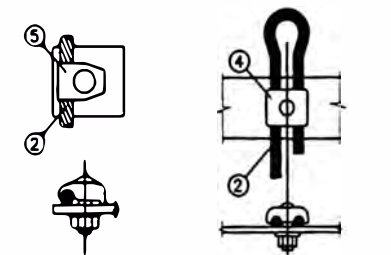
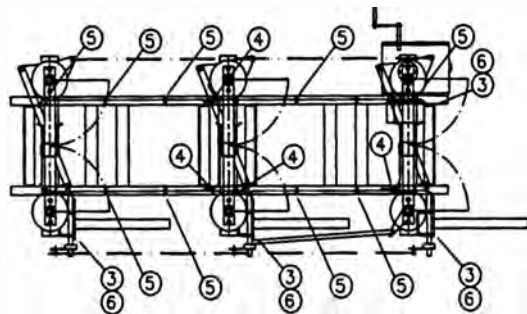
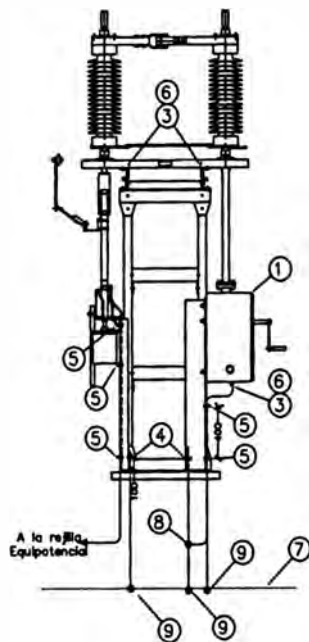
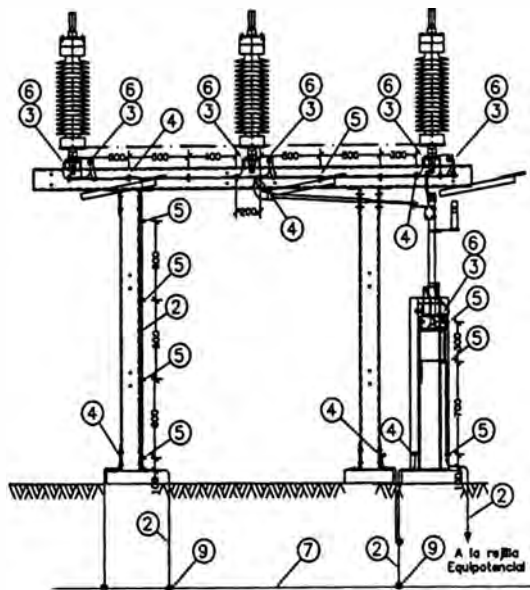


CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda  
 Dimensiones en mm salvo, indicación expresa.

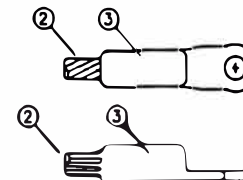
Ítem	Descripción	Ud.	X(IT60)
①	Caja de Agrupamiento	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	15
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>Ø</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>Ø</sup>	u	06
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	06
⑤	Grapo de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	12
⑥	Ferna 1/2" x 1" con tuerca y arandela plana	u	06
⑦	Conductor red de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	....	....
⑧	Conexión exotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	06

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
TITULO: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 60 kV	PLANO N°: 08-10-06
TRANSFORMADOR DE TENSION (IT60)	
DISEÑADO POR: ING. JOSE BALBUENA	REVISADO POR: ING. JOSE BALBUENA
APROBADO POR: ING. JOSE BALBUENA	APROBADO POR: ING. JOSE BALBUENA



CONECTOR PARA PUESTA  
A TIERRA DE UNA VIA

CONECTOR PARA PUESTA  
A TIERRA DE DOS VIAS



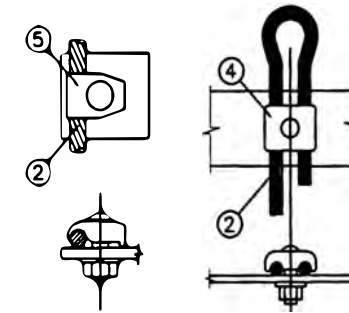
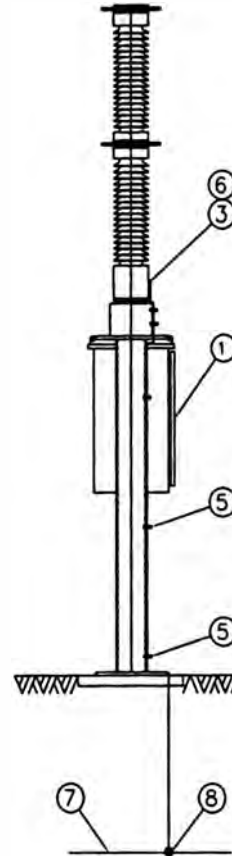
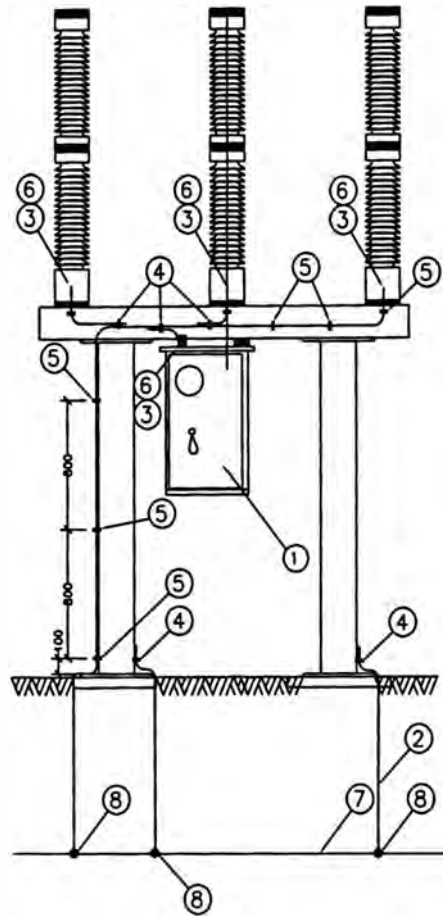
TERMINAL OJAL CADAADO  
TIPO COMPRESIÓN #14mm

Plano de referencia:  
2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

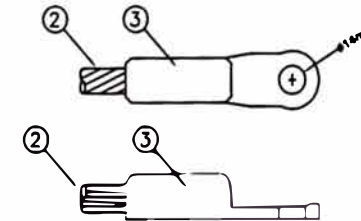
Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

Item	Descripción	Ud	Cont
①	Caja de material de aislamiento	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	22
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	08
④	Conector de tipo de brasa, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	12
⑤	Grupo de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	22
⑥	Perno #6" 1/2" ext" con tuerca, arandela plana y presión	u	08
⑦	Conductor red de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup>	m	---
⑧	Soldadura esmalizada	u	01
⑨	Arandela esmalizada Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 00/22.0 KV	
		PUESTA A TIERRA SUPERIOR -PATIO DE LLAVES 00 KV SECCIONADOR DE LINEA (SLI)	
NÚMERO DE DISEÑO: 8-14-6 ESCALA: 5	FECHA: 14/06/68 DISEÑADO POR: [ ] REVISADO POR: [ ] APROBADO POR: [ ]		



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA A TIERRA DE DOS VIAS



TERMINAL OJAL CAOMIADO TIPO COMPRESIÓN

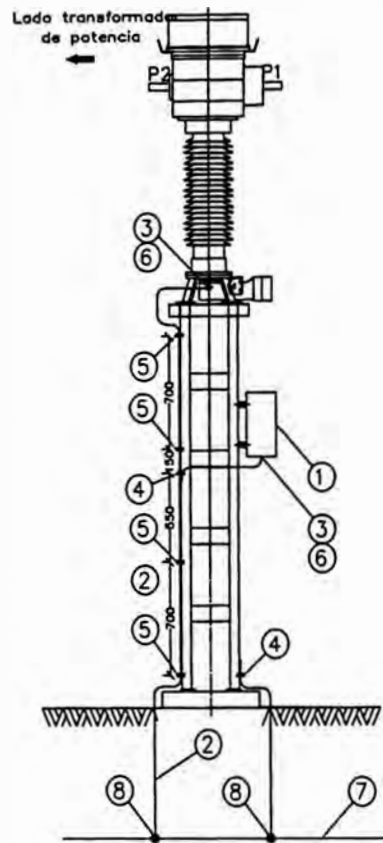
Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

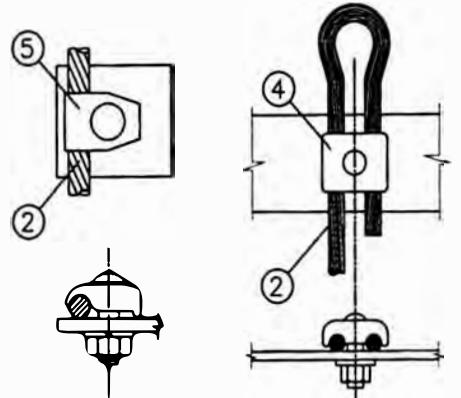
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
①	Caja de Mando central	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blanco de 70mm <sup>2</sup>	m	12
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	04
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	05
⑤	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	06
⑥	Perno Fg <sup>+</sup> 1/2" #1" con tuerca y arandela plana	u	04
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blanco desnudo, 70 mm <sup>2</sup>	....	....
⑧	Conexión exotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	....	....

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLANOS 60 kV INTERRUPTOR DE POTENCIA (060)	PLANO N°: 04-10-05 M
PROYECTO:	DISEÑO:	ELABORADO:	APROBADO:
INGENIERO:	INGENIERO:	INGENIERO:	INGENIERO:
INGENIERO:	INGENIERO:	INGENIERO:	INGENIERO:

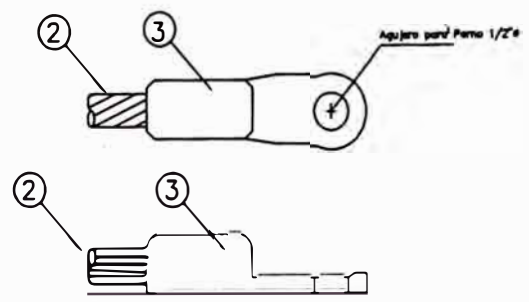




Transformador de Corriente 60 kV



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA      CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS



Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm, salvo indicacion expresa.

Item	Descripción	3 traves. de corriente	
		Unidad	Cantidad
①	Caja de Agrupamiento	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	18
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	04
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	06
⑤	Gropa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	12
⑥	Perno Pg° 1/2" x 1" con tuerca, arandela plana y presión	u	04
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup>	....	....
⑧	Conexión isotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	....	....

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

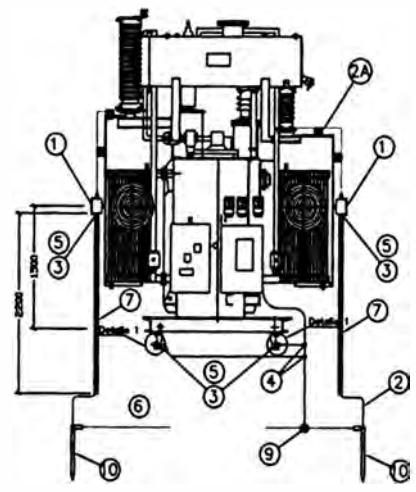
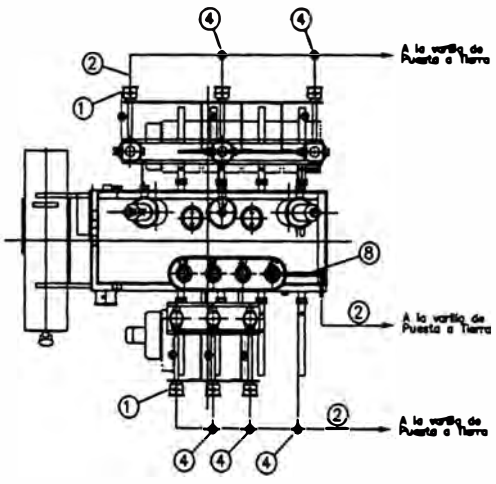
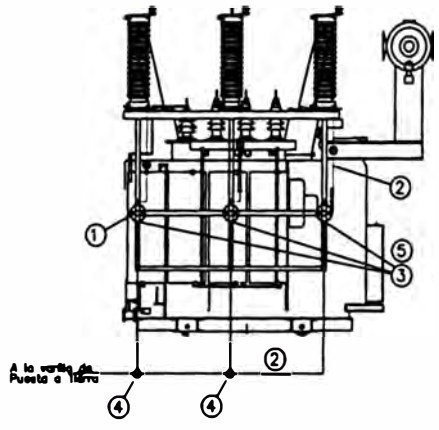
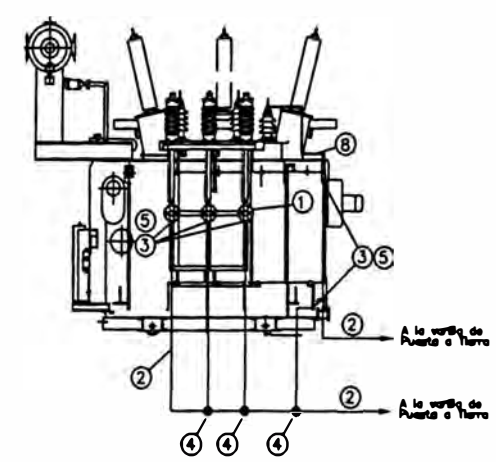
EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

TÍTULO: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 60 kV TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TC60)

FECHA: 08-10-86

PROFESOR: ROBERTO GONZALEZ, LUIS RAMIREZ      ASISTENTE: LUIS RAMIREZ

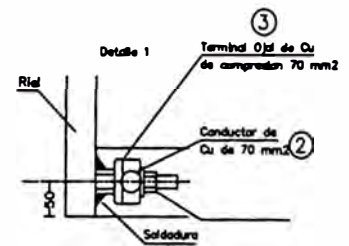
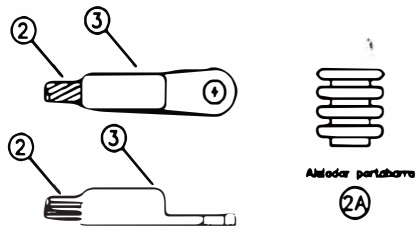
ELABORADO: LUIS RAMIREZ      DISEÑADO: LUIS RAMIREZ      VERIFICADO: LUIS RAMIREZ



Transformador de Potencia

Leyenda

Item	Descripción	Cantidad	
		UC	u
1	Contador de Operaciones	u	06
2	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	28
2A	Alador partabarra 15 kv	m	12
3	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> con eje de 14 mm	u	10
4	Conexión horizontal exterior, pasante con horquilla e conductor de cobre 70 mm <sup>2</sup>	u	07
5	Perno Fig. 1/2" x 1" con tuercas, arandela plana y presión	u	10
6	Conductor nel la tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (parte de la malla profunda)	...	...
7	Tubo PVC - SAP de 6" x 2,20 m	m	12
8	Platina de cobre de 5 x 2,82 m	...	...
9	Perforación en el suelo de Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	...	...
9	Varillas Catresacas 5/8" x 2,40 m (parte de la malla de tierra profunda)	...	...



Planos de referencia:  
 2182EM-LO-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2182EM-LO-08 : Malla de tierra profunda  
 Dimensiones en mm salvo indicación expresa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22,9 kV

PLANO N°: 01-0-06

PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 60 kV  
 TRANSFORMADOR DE POTENCIA (TP) - PARARRAYOS

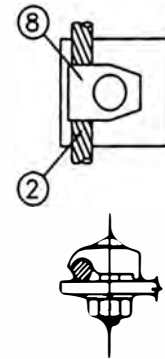
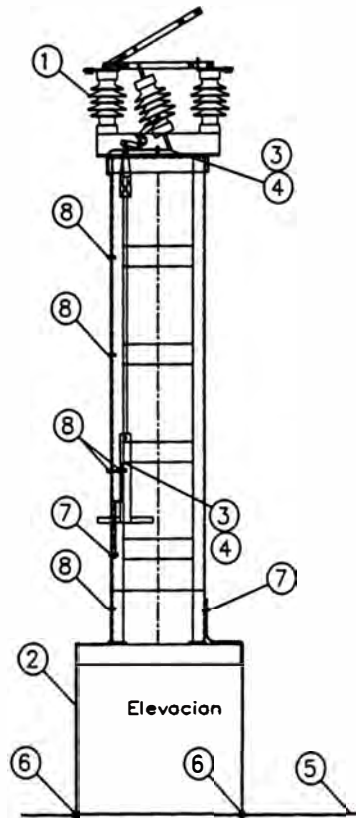
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22,9 kV

FECHA: 01/08/06

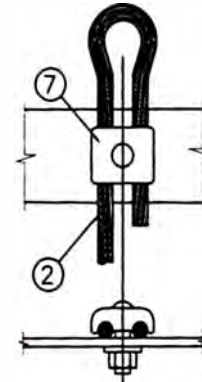
PROYECTISTA: [Nombre]

REVISOR: [Nombre]

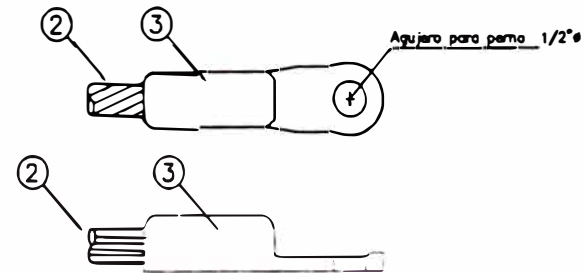
APROBADO: [Nombre]



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS



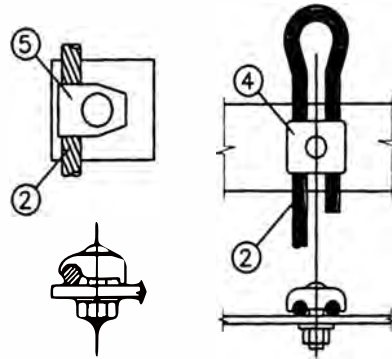
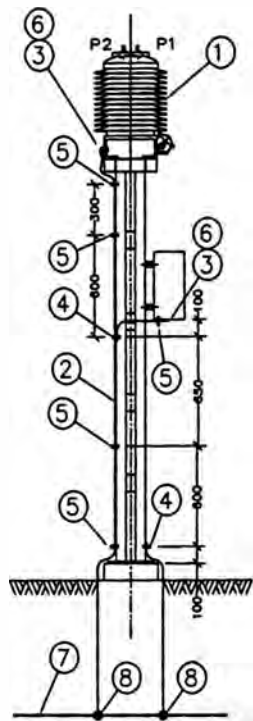
TERMINAL OJAL CADMIADO

Leyenda

Ítem	Descripción	Cantidad	
		Ud.	u
①	Seccionador de caldo 22.9 kv	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	06
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	02
④	Perno #g" 1/2"øx1" con tuerca, arandela plana y presión	u	02
⑤	Conductor red la tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (mallo profundo)	....	....
⑥	Conexión estática, Cu (70 mm <sup>2</sup> ) - Cu (70 mm <sup>2</sup> ) (parte de la mallo profunda)	u	02
⑦	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	m	02
⑧	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	05

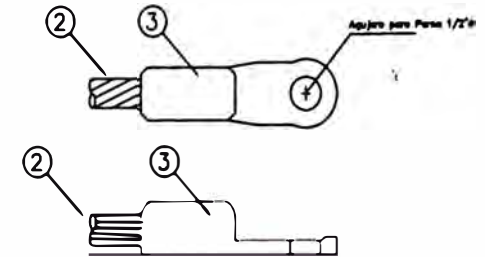
Plano de referencia:  
 2192EM-LD-01 (1/1): Disposición de Equipos - Planta  
 2192EM-LD-08 : Mallo de tierra profunda  
 Dimensiones en mm salvo indicación expresa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL - PLANTA DE LOMAS 22.9 kV SECCIONADOR DE CELDA (CL23)	
No. de Proyecto: 04-10-05 No. de Hoja: 07		Escala: 1:1 Fecha:	



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA


CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS

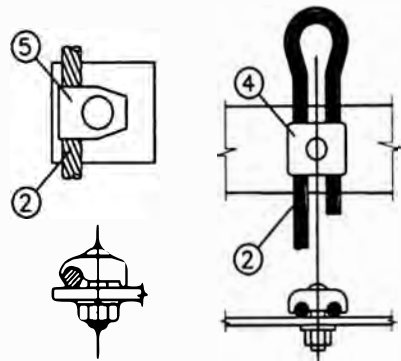
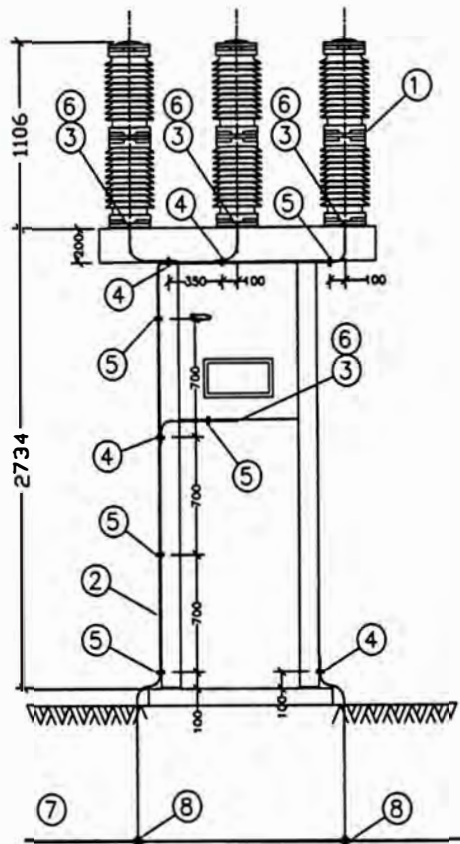


Transf. de corriente 22.9 kV

Item	Descripción	Ud	TC-23
			Total
①	Transformador de corriente	u	03
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	10.50
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	04
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	06
⑤	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	13
⑥	Perno F°G° 1/2" x 1" con tuerca, arandela plana y presión	u	04
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	u	---
⑧	Conexión isotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---

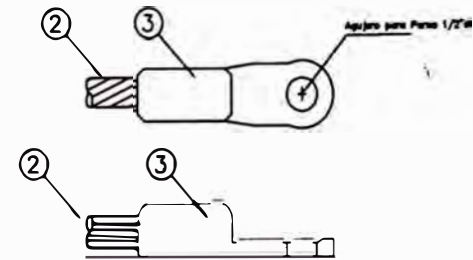
Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda  
 Dimensiones en mm salvo indicación expresa.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PLANO N°: 04-10-05	
TÍTULO: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATO DE LLAVES 22.9 kV TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TC23)		ESCALA:	
DISEÑADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:
ELABORADO POR:	CORREGIDO POR:	AUTORIZADO POR:	FECHA:



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA

CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS



Interruptor de Potencia 22.9 kV

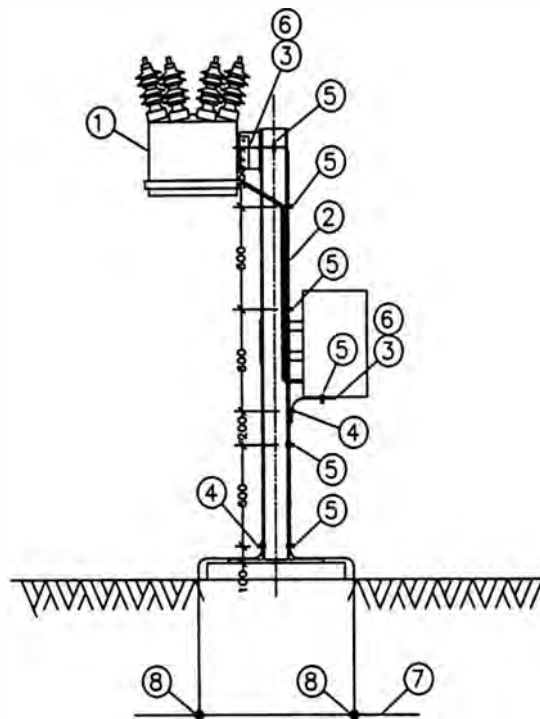
Item	Descripción	Descripción	
		Ud	Cant
①	Interruptor de Potencia Tripolar	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	5.5
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>Ø</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojdl de 14 mm <sup>Ø</sup>	u	04
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	04
⑤	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	05
⑥	Perno F°G° 1/2"xØ1" con tuerca, arandela plana y presión	u	04
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	u	---
⑧	Carneación exotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---

Planos de referencia:

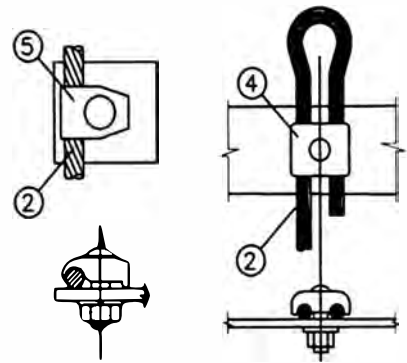
2192EM-L0-02: Disposición de Equipos - Elevación  
2192EM-L0-08 Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm salvo, indicación expreso.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
		PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 22.9 kV INTERRUPTOR DE POTENCIA (Q23)	
PROYECTO	DESIGNADO	FECHA	REVISADO
ING. JOSE GUTIERREZ	ING. JOSE GUTIERREZ	15-10-05	ING. JOSE GUTIERREZ

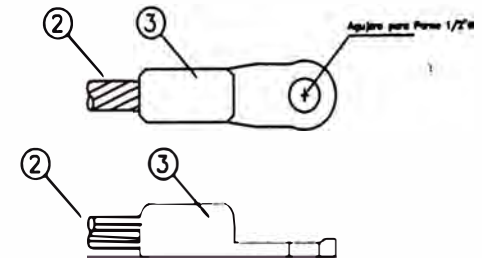


Recloser 22.9 kV



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA


CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS

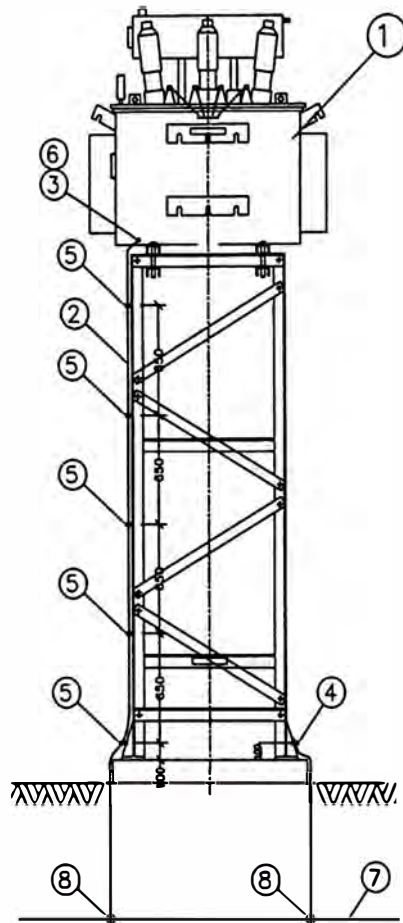


Item	Descripción	Descripción		
		Ud	QR-231	QR-23M
①	Recloser 27 kv - 630 A	u	01	01
②	Conductor de Cu desnuda blanda de 70mm <sup>2</sup>	m	3.50	3.50
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>Ø</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>Ø</sup>	u	02	02
④	Conector doble vía de braca, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	02	02
⑤	Grapo de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	06	06
⑥	Perno F°C° 1/2" x Ø 1" con tuerca, arandela plana y presión	u	02	02
⑦	Conductor red lo de tierra profunda, de Cu blanda desnuda, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	u	---	---
⑧	Conexión isotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---	---

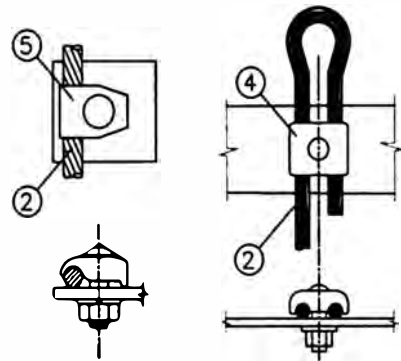
Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm salvo, indicación expresa.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
TÍTULO: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 22.9 kV RECLOSER (0231-0232)	PLANO N°: 84-10-06 10
ELABORADO: DISEÑADO: VERIFICADO: APROBADO:	FECHA: LUGAR: ESCALA: MATERIAL:

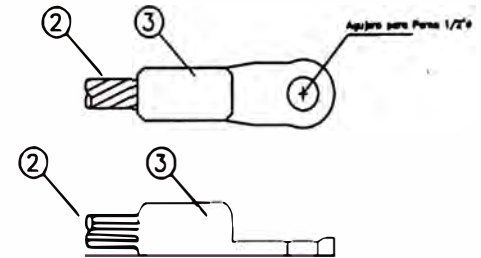


Transformador de SS.AA. 22.9 kV



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA

CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS



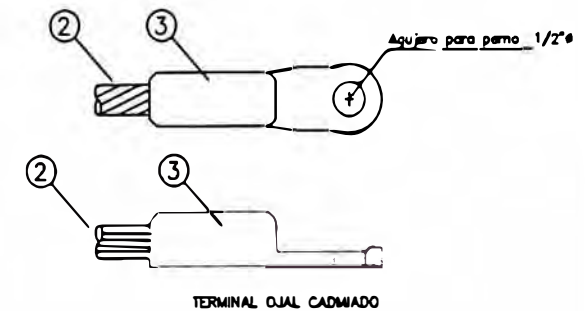
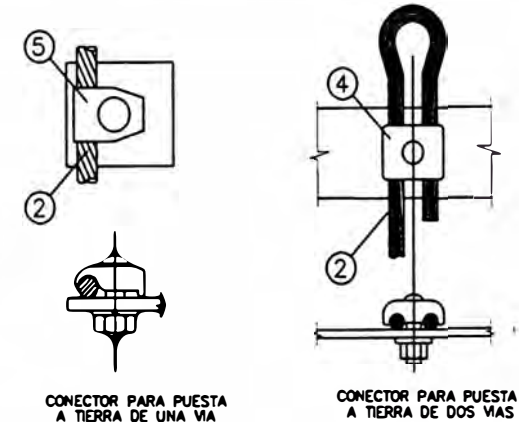
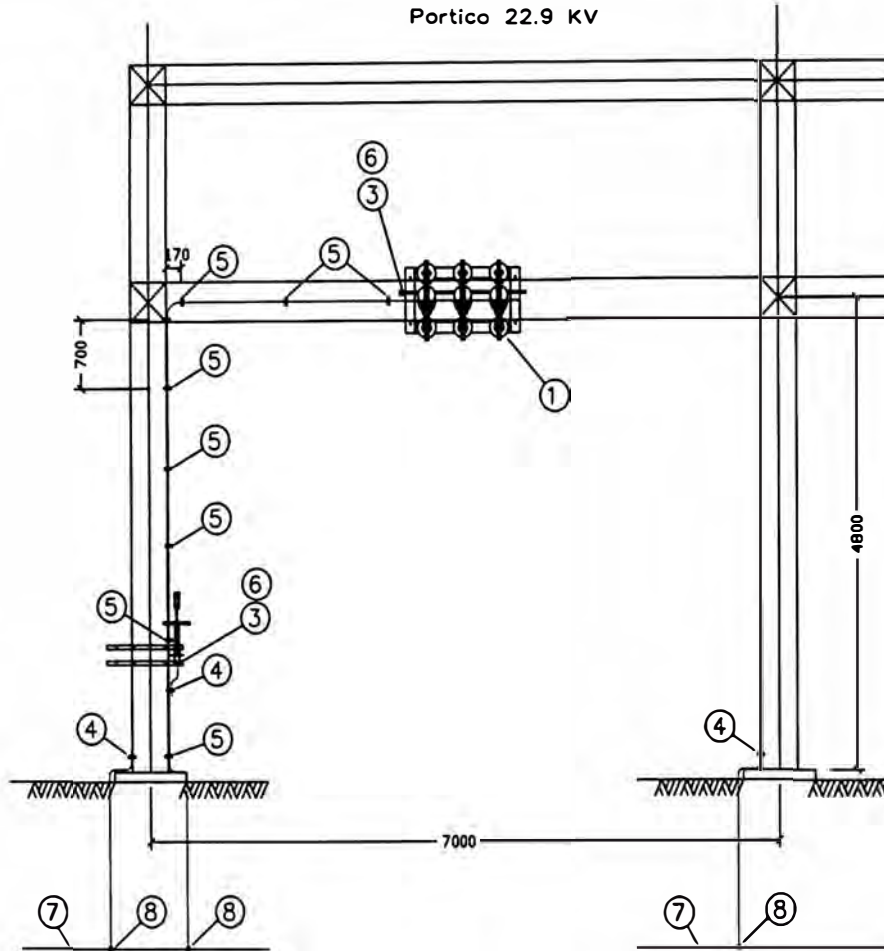
Item	Descripción	Descripción	
		Ud	Total
①	Transformador SS.AA. (TSA)	u	01
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	3.90
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm $\phi$ (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm $\phi$	u	01
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	01
⑤	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	05
⑥	Perno F"G" 1/2" x $\phi$ 1" con tuerca, arandela plana y presión	u	01
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	u	---
⑧	Conexión exotérmica Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08 Malla de Tierra Profundo

Dimensiones en mm salvo, Indicación expresa.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV			
PLANO:	PLANO N°:		
PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 22.9 kV	TRANSFORMADOR DE SS.AA.	B-10-05 II	
PROYECTADO:	REVISADO:	ELABORADO:	APROBADO:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
<small>           INGENIERIA: [ ] ELECTRONICA: [ ] ELECTRICIDAD: [ ]         </small>			

Portico 22.9 KV



Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda  
 Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

Item	Descripción	Descripción		
		Ud	QB23	QB231 QB232
1	Seccionador Tripolar de barra	u	01	01 01
2	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	10.5	10.5 10.5
3	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ) con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	02	02 02
4	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	03	03 03
5	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	08	08 08
6	Perno F"G" 1/2" x 1" con tuerca y arandela plana	u	02	02 02
7	Conductor red lo de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	u	---	---
8	Conexión estática Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	---	---

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

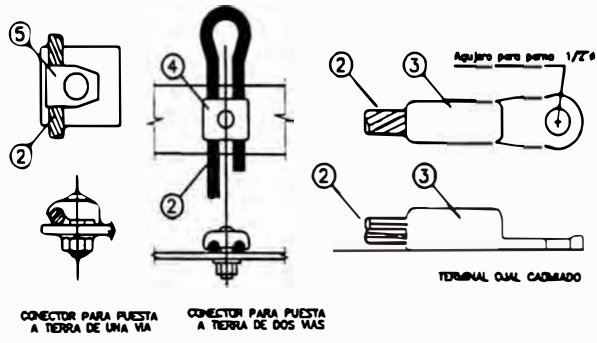
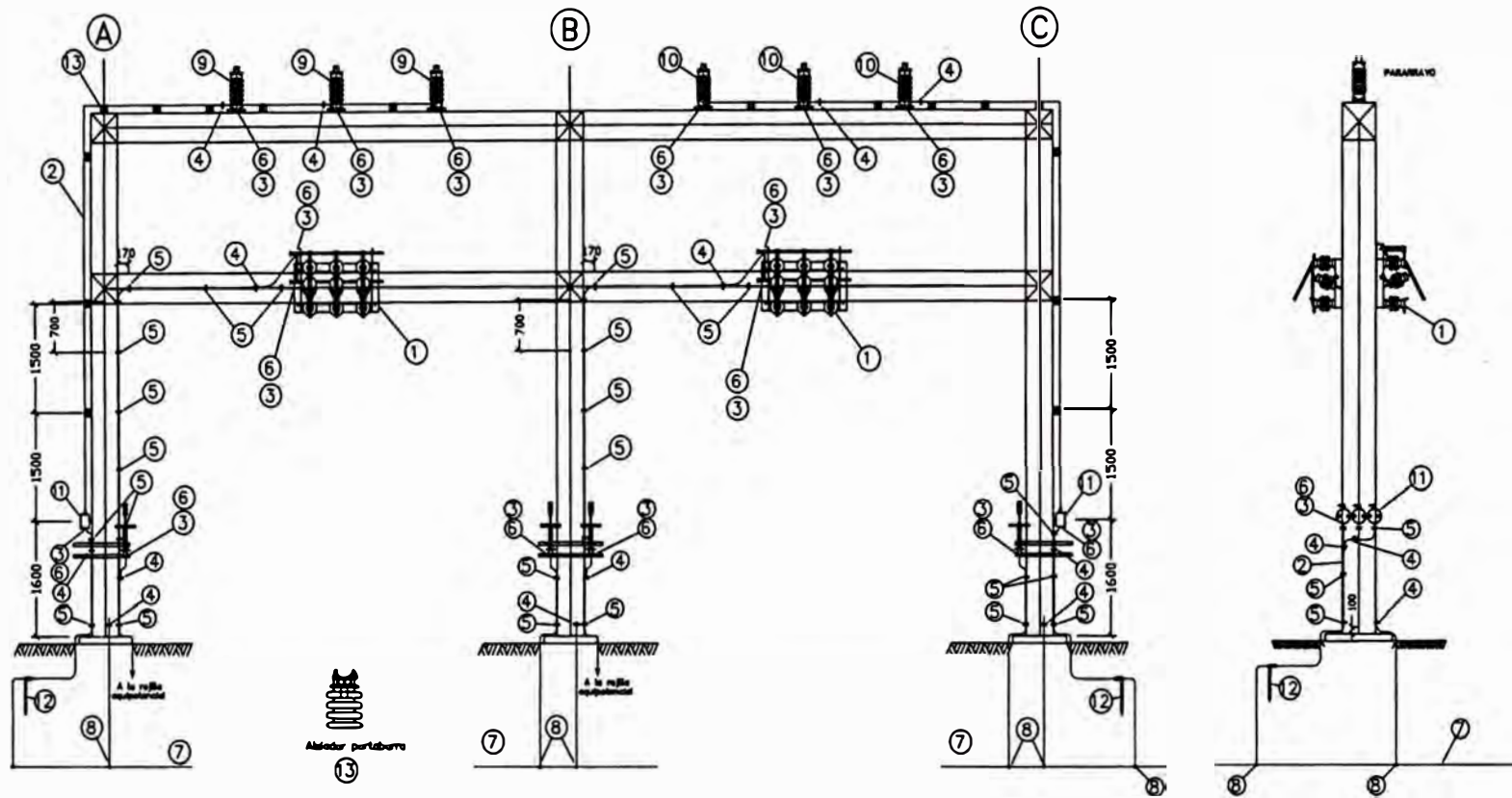
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 KV

PLANO N°: PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PANO DE LLAVES 22.9 KV SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRA

PLANO IN: B-10-05

ELABORADO: [ ] REVISADO: [ ] APROBADO: [ ]





Item	Descripción	Ud	Total
1	Seccionador Tripolar de línea (GL-231, GL-232)	u	02
2	Conductor de Cu desnudo bitubo de 70mm <sup>2</sup>	m	82
3	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> con ojo de 14 mm <sup>2</sup>	u	20
4	Conector dado de de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> /cable 70 mm <sup>2</sup> e superficie plana	u	14
5	Prepe de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> e superficie plana	u	27
6	Perno P"Ø 1/2" x 91" con burota y arandala plana	u	20
7	Conductor red la de línea profunda, de Cu bitubo desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (parte profunda)	u	
8	Conexión estándar Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	
9	Pararrayos PR231	u	03
10	Pararrayos PR232	m	03
11	Contadores de descarga	u	08
12	Malla cobrada 5/8"Øx 240m (Parte de la malla profunda)	u	02
13	Alfiler portabornes	u	42

Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

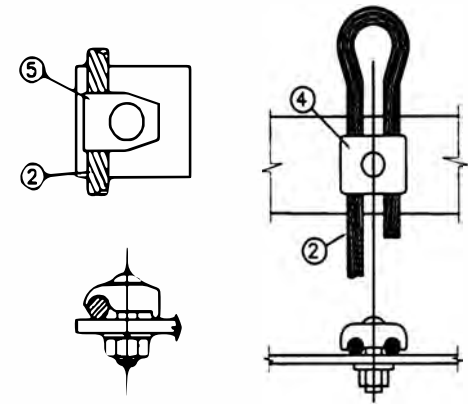
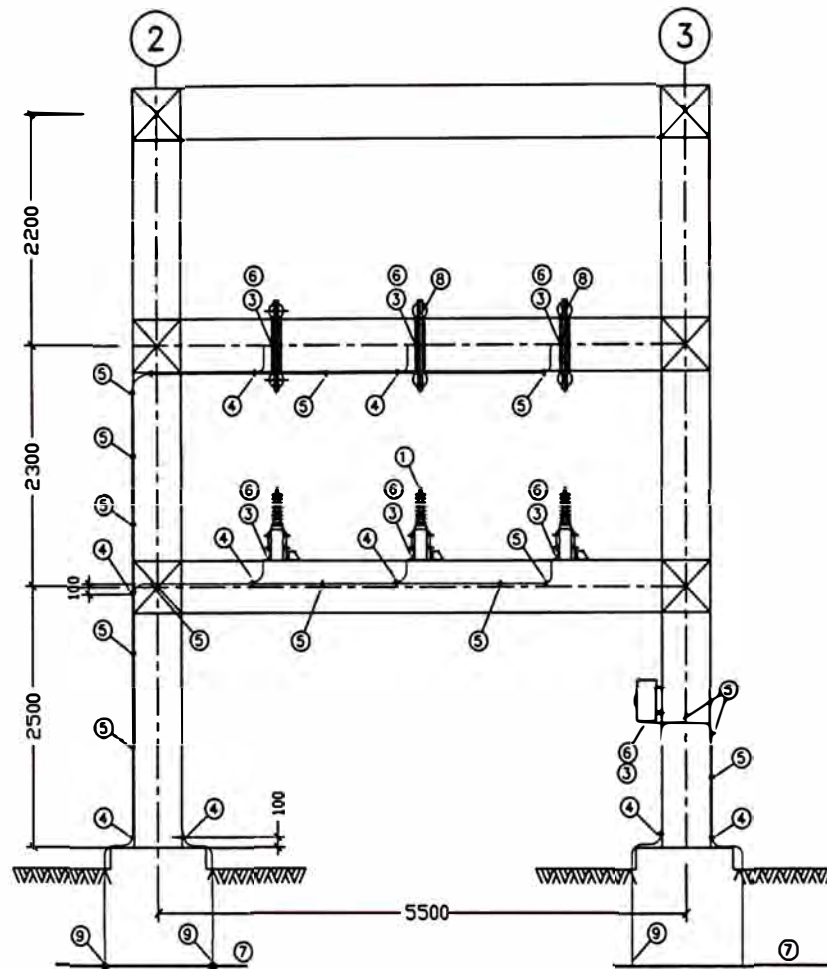
Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV

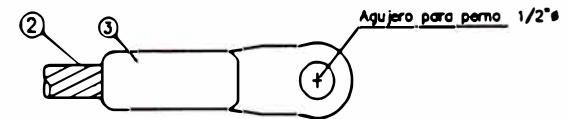
PLANO N°: 01-05

PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL - PATIO DE LLAVES 22.9 kV  
 SECCIONADOR DE LINEA - PARARRAYOS



CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE UNA VIA

CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA DE DOS VIAS



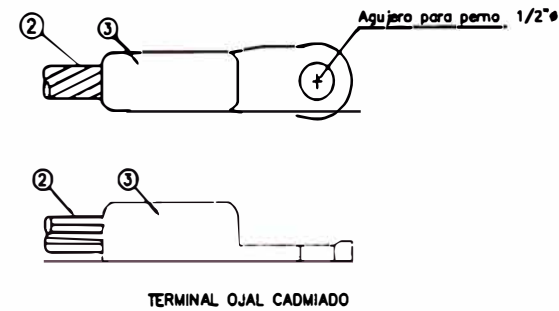
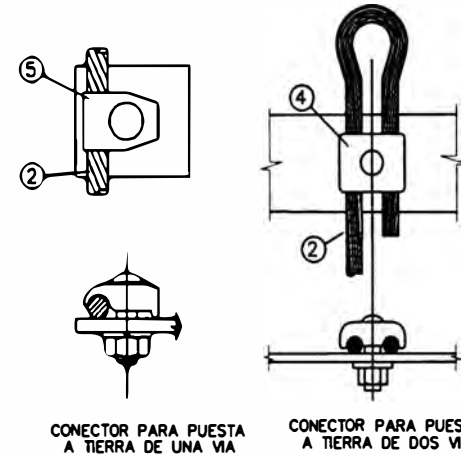
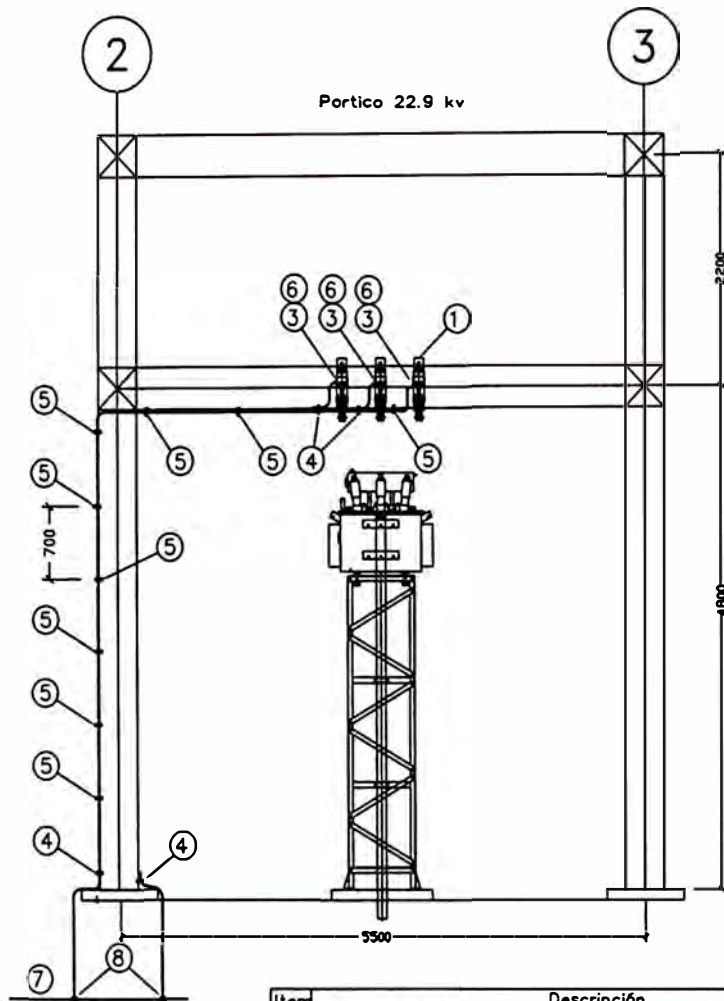
TERMINAL OJAL CADIADO

Plano de referencia:  
2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.

Item	Descripción	3 Tramos de tornillo		
		Unid.	u	Total
1	Transformador de tensión de barras KV	u	01	03
2	Conductor de Cu desnudo mínimo de 70mm <sup>2</sup>	m	-	18
3	Tornillo de Cu tipo hexagonal para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm	u	-	07
4	Conector doble vía de bronce, para cables 70 mm <sup>2</sup> /hasta 70 mm <sup>2</sup> o superficie plana	u	-	08
5	Prepe de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	-	13
6	Perno 1"Ø 1/2" con tornillo, arandela plana y presión	u	07	07
7	Conductor real te de barra perfilada de Cu laminado electrolítico, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	m	-	-
8	Dispositivo de Fusión tipo cartucho	u	03	03
9	Cableado auxiliar Cu (70mm <sup>2</sup> ) - Cu (70mm <sup>2</sup> ) (parte de la malla profunda)	u	-	-

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
		FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 80/22.9 KV			
PLANO:		PLANO N°:	
PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 22.9 KV		B-10-6	
TRANSFORMADOR DE TENSION DE BARRAS		II	
ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:

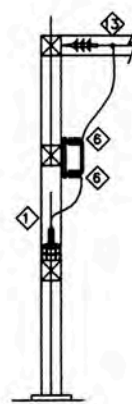
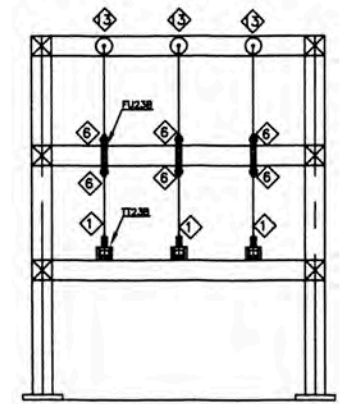
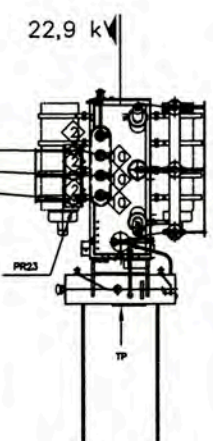
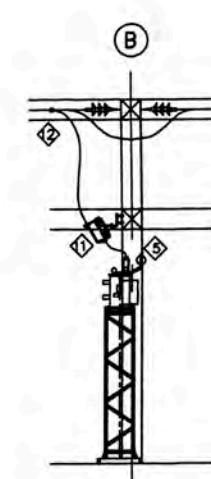
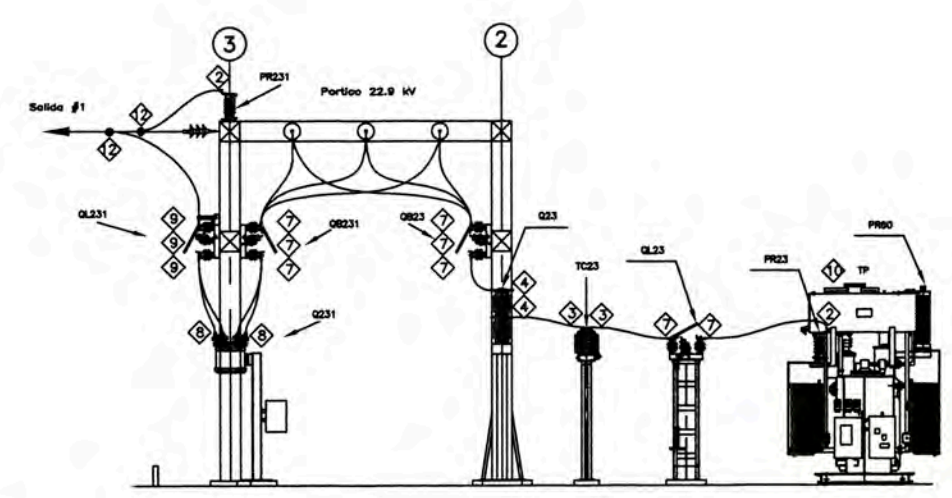
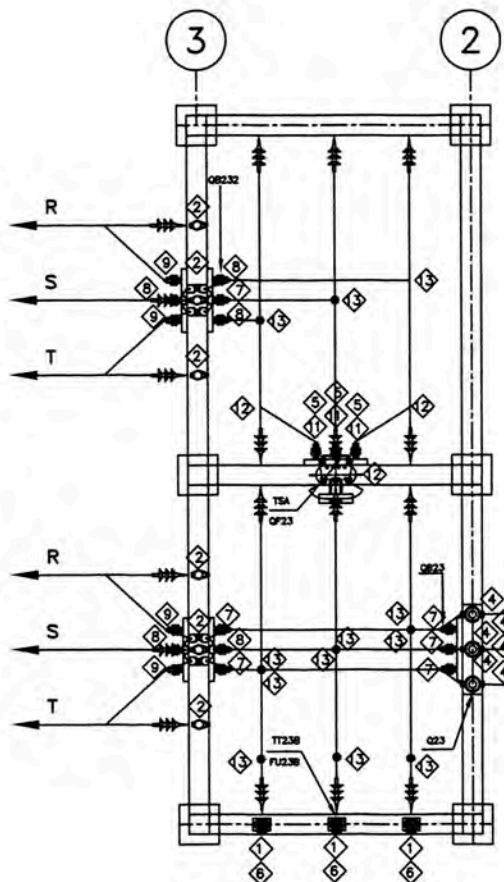


Planos de referencia:  
 2192EM-LO-02: Disposición de Equipos - Elevación  
 2192EM-LO-08: Malla de Tierra Profunda

Dimensiones en mm, salvo indicación expresa.


Item	Descripción	Und.	u	Total
①	Seccionador Cut Out	u	03	03
②	Conductor de Cu desnudo blando de 70mm <sup>2</sup>	m	10	10
③	Terminal de Cu tipo compresión para conductor de Cu 14 mm <sup>2</sup> (70mm <sup>2</sup> ), con ojal de 14 mm <sup>2</sup>	u	03	03
④	Conector doble vía de bronce, para cable 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	04	04
⑤	Grapa de fijación del conductor de Cu 70 mm <sup>2</sup> a superficie plana	u	09	09
⑥	Perno F <sup>1</sup> G <sup>1</sup> 1/2" x #1" con tuerca y arandela plana	u	03	03
⑦	Conductor red la de tierra profunda, de Cu blando desnudo, 70 mm <sup>2</sup> (malla profunda)	m	...	...
⑧	Conexión esteérica Cu ( 70mm <sup>2</sup> ) - Cu( 70mm <sup>2</sup> ) (Parte de la malla de tierra profunda)	u	...	...

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		PROYECTO	
		EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV	
PLANO		PLANO N°	
PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL -PATIO DE LLAVES 22.9 kV		8-10-85	
SECCIONADOR CUT OUT		15	
ELABORADO	REVISADO	PROYECTADO	VALIDADO
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
DES. JUAN SUAREZ	INGENIERO JUAN SUAREZ	INGENIERO JUAN SUAREZ	INGENIERO JUAN SUAREZ



Legenda de conectores de equipos 22.9 kV

Item	Designacion	Borne	Dimens.	Material	Conductor		Conector				Observaciones	
					Dimens.	Material	Tipo	MEM	Proveedor / Marca	ARRUTI		Dimens.
1	Transformador de tension (TT2.3B)	PN Roscado	φ=1/2"	Latón	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto placa - cable		MRCP-1535	φ=12-15mm	03	con platis doblado 80x100
2	Pararrayos (PR23, PR231, PR232)	Placa	80x80	Aluminio	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector en T Placa - Cable		MRCP-1556	φ=12-15mm	06	---
3	Transformador corriente (TC23)	PN Roscado	16φx0mm	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto Placa - cable		MRCP-1535	φ=12-15mm	06	Acoilar con platis 17x50
4	Interruptor de potencia (Q23)	Placa	---	Aloc. Aluminio	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto Placa - Cable		MRCP-1566	φ=12-15mm	04	---
5	Transformador de SS.AA. (TSA)	---	---	Latón Enchafado	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	---		Incorporado al equipo	---	03	---
6	Secc. fusible tipo cartucho (FU2.3B)	Placa	---	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto placa cable		MRCP-1535	φ=12-15mm	06	---
7	Secc. barra (OB2.3) (OB2.31) (OB2.32) (QL2.3)	Placa	70x40mm	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto Cable - Placa		MRCP-1535	φ=12-15mm	24	---
8	Recloser (Q231) (Q232)	PIN	---	---	φ= 14.3 mm	Aloc. Aluminio	---		Incorporado al equipo	---	12	---
9	Seccionador linea (QL2.31) (QL2.32)	Placa	70x40mm	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto Cable - Placa		MRCP-1535	φ=12-15mm	12	---
10	Transformador de potencia (TP)	PN Roscado	20φx0mm	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Conector recto Perno - Cable		Incorporado al equipo	---	03	---
11	Secc. fusible tipo out out (OF2.3)	Placa	---	---	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	---		Incorporado al equipo	---	06	---
12	Derivacion	Conductor	φ=10.5 mm	Aloc. Aluminio	φ=12 mm	Aloc. Aluminio	Vias paralelas		MUS	---	15	---
13	Derivacion	Conductor Pasante	φ=20 mm	Aloc. Aluminio	φ=14.3 mm	Aloc. Aluminio	Derivacion T Cable - Cable		MDCO	---	12	---

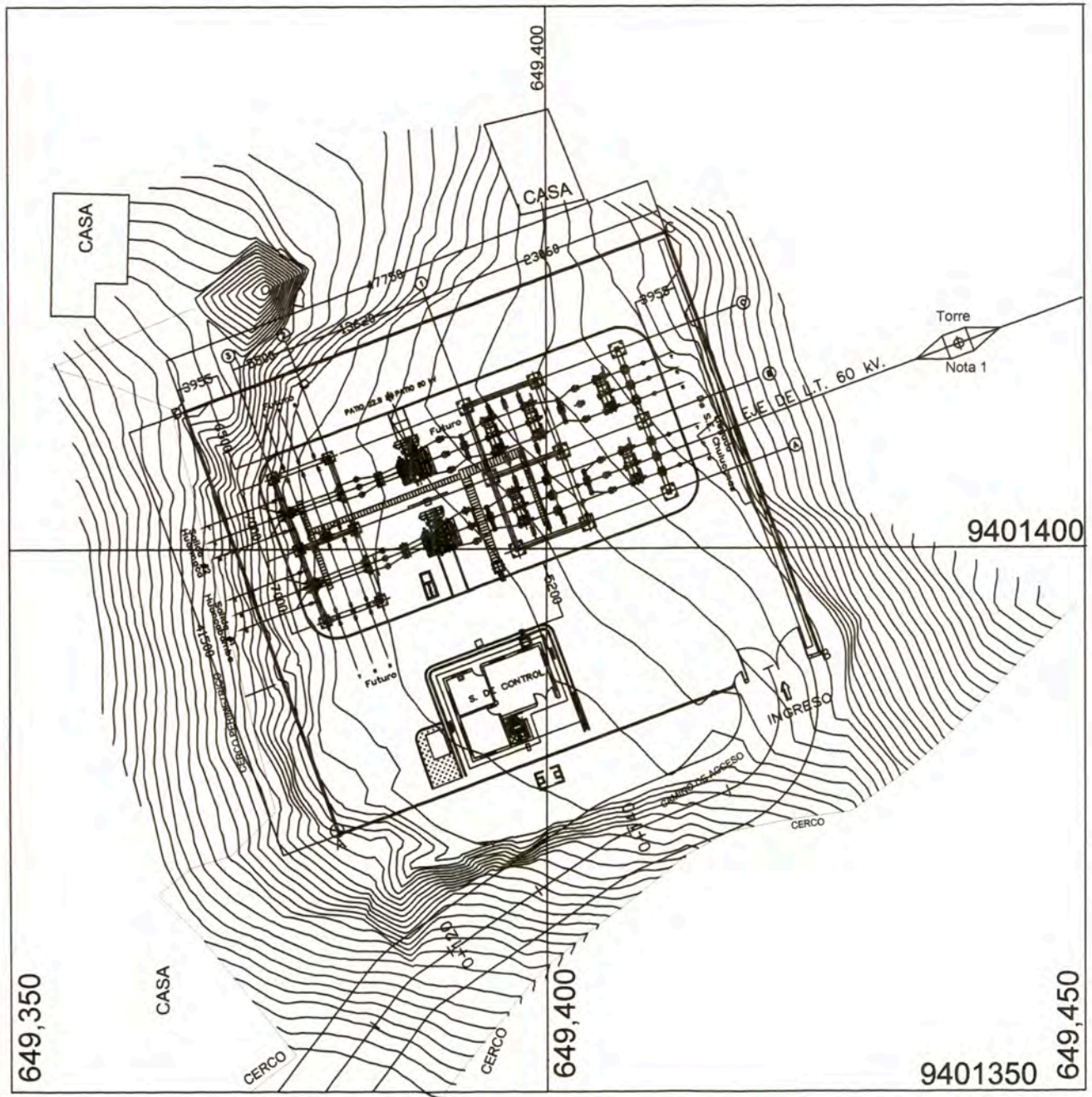

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBSTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV  
 TITULO: UBICACION DE CONECTORES-PLANTA-ELEVACION PATIO DE LLAVES 22.9 kV

PLANO N°: EM-LO-06 02

DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO NÚÑEZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS	
REVISOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: S/E	PROYECTOR: HUANCABAMBA	
DIBUJADO: ROONEY MICHAEL LAURO NÚÑEZ	DEPARTAMENTO: PUURA		

N.M.



COORDENADAS DE SUB-ESTACION

ITEM	NORTE	ESTE
A	9,401,373.75	649,380.56
B	9,401,390.19	649,425.40
C	9,401,429.08	649,411.13
D	9,401,412.71	649,366.27

Nota :

1. Ubicacion de la torre de llegada  
649438.36E - 9401418.78N



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kv

TITULO: UBICACION GEOGRAFICA DE LA S.E. LAS LOMAS  
PLANO N°: EM-LO-00 01

DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO HUIRIZ	FECHA: ABRIL 2008	DISTRITO: LOMAS
REVISOR: ING. JHON BAUTISTA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: HUANCABAMBA
DIBUJADO: ROONEY MICHAEL LAURO HUIRIZ	DEPARTAMENTO: PERU	

## CONCLUSIONES

El presente informe está orientado principalmente a la planificación de la ingeniería de detalle y los cálculos respectivos para el suministro y montaje de los equipos de la Subestación Eléctrica, de este informe se concluye en lo siguiente:

1. Para iniciar un proyecto de Subestación Eléctrica se necesita tener como datos lo siguiente: la ubicación geográfica, condiciones climatológicas, potencia de demanda, corriente cortocircuito y los niveles de tensión
2. Con los parámetros solicitados como mínimo se podrá empezar a realizar los cálculos eléctricos y mecánicos, pudiendo empezar con la cotización de los equipos de alta tensión y empezar a realizar las partidas respectivas para desarrollar el proyecto
3. Para el cálculo de las barras flexibles y pórticos se emplea como Tensión de Cada Día el 1.8% y 2.7% de la tensión de rotura, lo permitido es hasta el 5%, este cálculo se realiza con la finalidad de que las estructuras de los pórticos no sean tan robustas ni delgadas; ya que si son muy robustas el costo se incrementa y si son delgadas puede haber peligro de inclinación y quiebre del pórtico por la excesiva tensión

# **Anexos**

Anexo A: Niveles de aislamiento normalizados para las tensiones asignadas  
 $1 \text{ kV} < U_m < 245 \text{ kV}$

Tension maxima del Equipo $U_m$ (kV) Valor Eficaz	Tension de soportabilidad normalizada de corta duracion a frecuencia industrial Valor Eficaz ( kV)	Tension de soportabilidad normalizada al impulso al rayo Valor Eficaz ( kV)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5	38	75
		95
25	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52	95	250
72,5	140	325
123	185	450
	230	550
145	185	450
	230	550
	275	650
170	230	550
	275	650
	325	750
245	275	650
	325	750
	360	850
	395	950
	460	1050

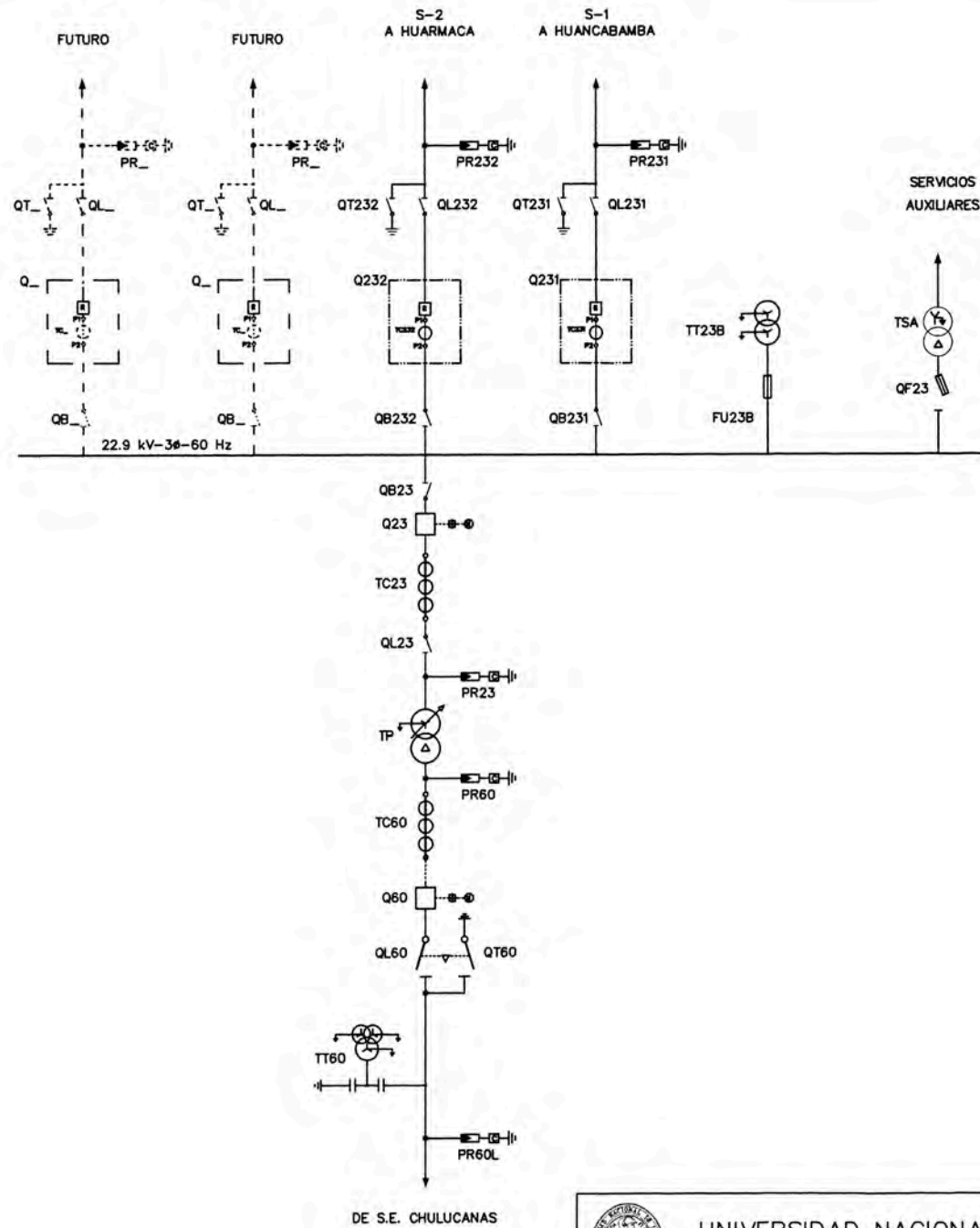
Norma IEC 60071-1 (1993)



Anexo C: Diagrama Unifilar de la S.E.

DATOS TECNICOS DE EQUIPOS DE PATIO 60 kV				
CODIGO	MARCA	TIPO	CARACTERISTICAS TECNICAS	DESCRIPCION
QL60 QT60	EFACEC	SHDT 72.5	$I_{nominal} = 800\text{ A}$ $I_{cc} = 20\text{ kA}$ $I_{cc} = 50\text{ kAp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 72.5\text{ kV}$ $U_{max} = 375\text{ kVp}$ $U_{max} = 325\text{ kVp}$	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
TC60	ARTECHE	CA-72	$I_{cu} = 20\text{ kA, 1s}$ $I_{cp} = 50\text{ kA}$ $U_{nominal} = 72.5\text{ kV}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 72.5\text{ kV}$ $U_{max} = 325\text{ kVp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 140\text{ kV}$	RELACION DE TRANSFORMACION: NUCLEO 1: 30-75-150/5 A, CLP20, 30VA NUCLEO 2: 30-75-150/5 A, CLP20, 30VA NUCLEO 3: 30-75-150/5 A, CLD.2, 30VA
PR60 PR60L	OBLUM	ZAQ-60-SC SC-TZB-2R	$I_{nominal} = 10\text{ kA}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 48\text{ kV}$ $U_{max} = 60\text{ kV}$ $U_{max} = 450\text{ kVp}$	PARARRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGA
TT60	ARTECHE	DOG-72	$U_{max} \text{ de servicio} = 72.5\text{ kV}$ $U_{max} = 325\text{ kVp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 140\text{ kV}$	RELACION DE TRANSFORMACION: RELACION: $60/\sqrt{3} / 0.10/\sqrt{3}\text{ kV} / 0.10/\sqrt{3}\text{ kV}$ 30 VA - 0.2
TP	WEG	3005.9557	$MVA_{1/2/1} = 7 / 7\text{ (ONAN)}$ $MVA_{1/2/2} = 9 / 9\text{ (ONAF)}$ $kV_{1/2/1} = 60 / 23\pm 10\% \text{ (DYN5)}$ $V_{cc} 60/23\pm 10 - 7\text{MVA} = 6.93\%$	TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO CON CONMUTADOR BAJO CARGA
Q60	ABB	EDF SK 1-1	$I_{nominal} = 2500$ $I_{cc} \text{ de servicio} = 20\text{ kA (3s)}$ Mecanismo de operacion PSA1-F	$U_{nominal} = 72.5\text{ kV}$ $U_{max} = 325\text{ kVp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 140\text{ kV}$

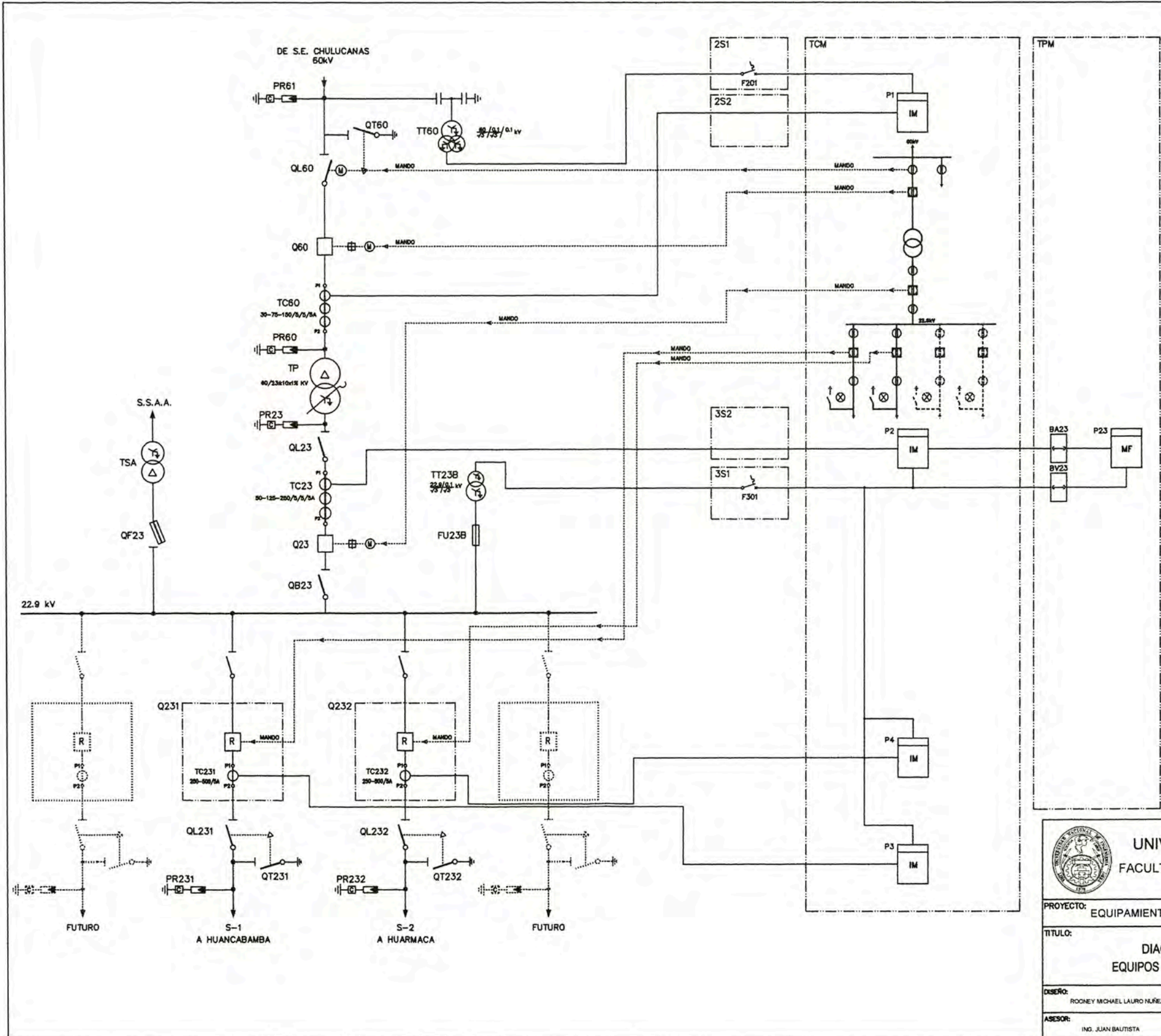
DATOS TECNICOS DE EQUIPOS DE PATIO 22.9 kV				
CODIGO	MARCA	TIPO	CARACTERISTICAS TECNICAS	DESCRIPCION
QB23 QB231 QB232 QL23	IBERICA	IA104A/24/630	$I_{nominal} = 630\text{ A}$ $I_{cc} = 20\text{ kA}$ $I_{cc} = 50\text{ kAp}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 24\text{ kV}$ $U_{max} = 145\text{ kVp}$ $U_{max} = 125\text{ kVp}$
QL231,QT231 QL232,QT232	IBERICA	IA-104APT/ 241630	$I_{nominal} = 630\text{ A}$ $I_{cc} = 20\text{ kA}$ $I_{cc} = 50\text{ kAp}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 24\text{ kV}$ $U_{max} = 145\text{ kVp}$ $U_{max} = 125\text{ kVp}$
TC23	ARTECHE	CXG-36	$I_{cu} = 20\text{ kA, 1s}$ $I_{cp} = 50\text{ kA}$ $U_{nominal} = 22.9\text{ kV}$ $U_{max} = 24\text{ kV}$ $U_{max} = 150\text{ kVp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 50\text{ kV}$	RELACION: NUCLEO 1: 50-125-250/5 A, CLP20, 30VA NUCLEO 2: 50-125-250/5 A, CLP20, 30VA NUCLEO 3: 50-125-250/5 A, CLD.2, 30VA
PR23	OBLUM	ZAB-21-SC SC-TZB-2R	$I_{nominal} = 10\text{ kA}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 17\text{ kV}$ $U_{max} = 21\text{ kV}$ $U_{max} = 170\text{ kVp}$	PARARRAYOS CONTADOR DE DESCARGA
TT23B	ARTECHE	URL-24	$U_{max} \text{ de servicio} = 24\text{ kV}$ $U_{max} = 125\text{ kVp}$ $U_{max} \text{ de servicio} = 50\text{ kV}$	RELACION DE TRANSFORMACION: RELACION: $22.80 / \sqrt{3} / 0.10 / \sqrt{3}\text{ kV}$ 30 VA - 0.2
TSA	ROMAG-NOLE	TTETT/25/1.2 CF	$kVA = 50$ $kV_{1/2/1} = 23\pm 2x2.5\%/0.4-0.231$ Conexión: $\Delta/\text{Y}$ Instalación (manm) = 3200	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES
FU23B	SyC	89053R-10-CD	$I_{nominal} = 100\text{ A}$ $I_{cc} \text{ de servicio} = 12\text{ kA}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 25\text{ kV}$ $U_{max} = 170\text{ kVp}$
QF23	SyC	89053R10-C-D	$I_{nominal} = 100\text{ A}$ $I_{cc} \text{ de servicio} = 12\text{ kA}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 36\text{ kV}$ $U_{max} = 150\text{ kVp}$
Q231 Q232	WHIPP BOURNE	TRIPOLAR	$I_{nominal} = 560\text{ A}$ $I_{cc} \text{ de servicio} = 12\text{ kA}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 38\text{ kV}$ $U_{max} = 150\text{ kVp}$
TC231 TC232	WHIPP BOURNE	TRIPOLAR		RELACION: NUCLEO 1: 500-250/5 A, CLD.5, 15VA
Q23	ABB	QH36.25.25	$I_{nominal} = 630\text{ A}$ $I_{cc} \text{ de servicio} = 20\text{ kA}$	$U_{max} \text{ de servicio} = 36\text{ kV}$ $U_{max} = 170\text{ kVp}$



DE S.E. CHULUCANAS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV		
TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL		PLANO N°: EM-LO-01 01
DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ	FECHA: AGOSTO 2008	DISTRITO: LOMAS
ASESOR: ING. JUAN BAUTISTA	ESCALA: S/E	PROVINCIA: HUANCABAMBA
DEPARTAMENTO: PIURA		

N°	DESCRIPCION
1	Informacion en tramite
2	* Valor entre fases ** Valor entre fase y tierra



ARMARIOS Y TABLEROS			
CÓDIGO	MARCA/TIPO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2S1	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TPS
2S2	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TCS
3S1	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TPS
3S2	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TCS
TCM	MANELSA	SALA DE CONTROL	TABLERO DE CONTROL Y MANDO
TPM	MANELSA	SALA DE CONTROL	TABLERO DE PROTECCIÓN Y MED.

CAJA DE AGRUPAMIENTO 2S1		
CÓDIGO	MARCA/TIPO	DESCRIPCIÓN
F201	SIEMENS 5SX23 C4	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3mA, CURVA C, COE 18A10C

CAJA DE AGRUPAMIENTO 3S1		
CÓDIGO	MARCA/TIPO	DESCRIPCIÓN
F301	SIEMENS 5SX23 C4	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3mA, CURVA C, COE 18A10C

TABLERO DE CONTROL Y MANDO TCM		
CÓDIGO	MARCA/TIPO	DESCRIPCIÓN
P1	SADI	INDICADOR DE MEDIDA MULTIFUNCIÓN
P2	MAR-144-II	
P3		
P4		

TABLERO DE CONTROL Y MANDO TCM		
CÓDIGO	MARCA/TIPO	DESCRIPCIÓN
P23	TRANSDATA EMS60	CONTADOR DE ENERGIA MULTIFUNCIÓN

NOTAS	
N°	DESCRIPCIÓN
1	LA CODIFICACION DE LOS EQUIPOS ESTA, SIMILAR A LOS PLANOS DE MANELSA

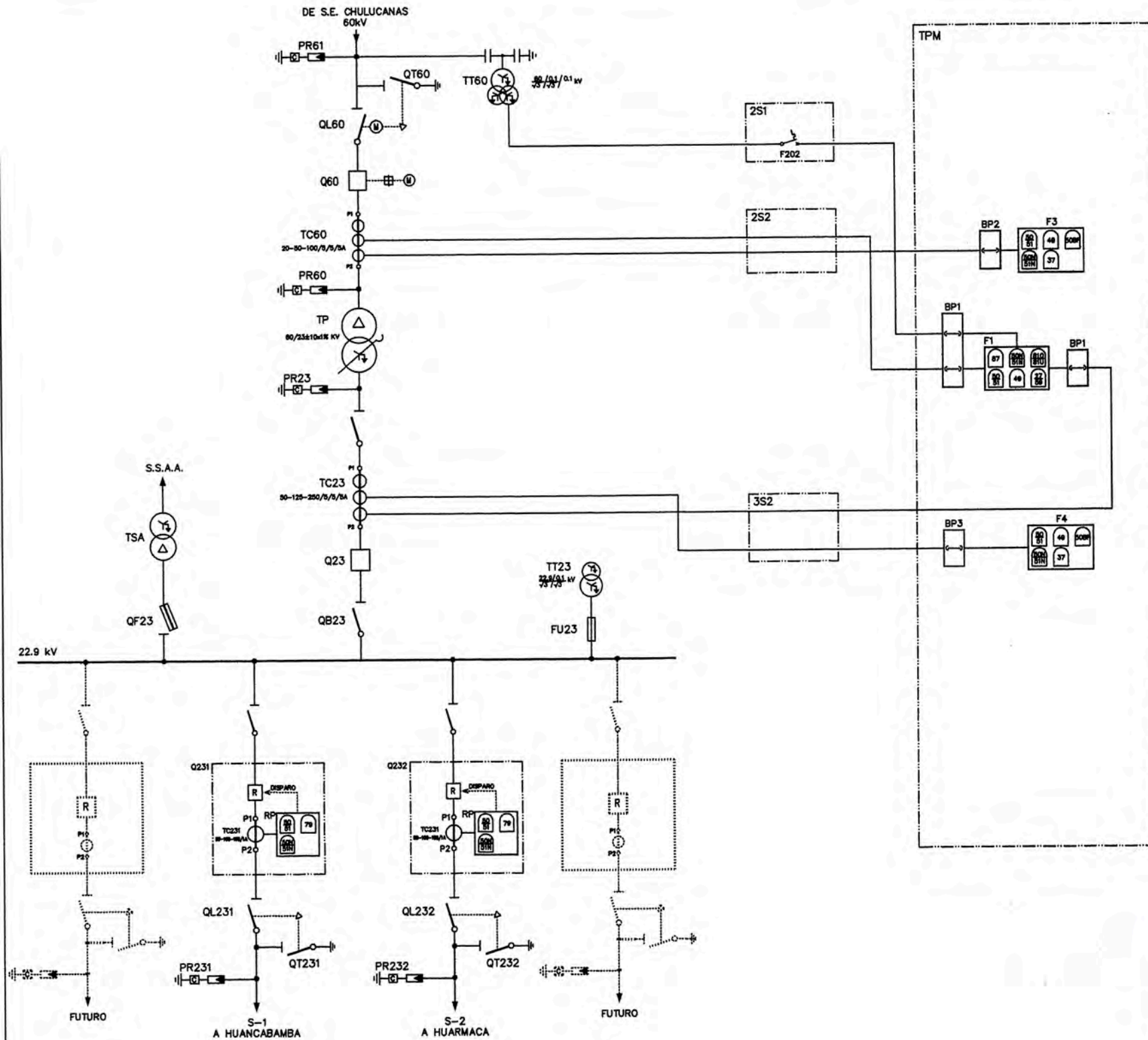

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV  
 TITULO: **DIAGRAMA UNIFILAR EQUIPOS DE MEDICION Y MANDO**

DISEÑO: ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ ASESOR: ING. JUAN BALUSTITA	FECHA: AGOSTO 2008 ESCALA: SE DIBUJADO: ROONEY MICHAEL LAURO NUÑEZ	DISTRITO: LOMAS PROVINCIA: HUANCABAMBA DEPARTAMENTO: PIURA
---	--	--

PLANO N°: **EF-LO-01 01**

Anexo E: Diagrama unifilar de protección




ARMARIOS Y TABLEROS			
CÓDIGO	MARCA/TIPO	UBICACION	DESCRIPCION
2S1	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TPS
2S2	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TCS
3S1	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TPS
3S2	ARTECHE	PATIO DE LLAVES	CAJA DE AGRUPAMIENTO TCS
TPM	MANELSA	SALA DE CONTROL	TABLERO DE PROTECCION Y MEDICION

TABLERO DE PROTECCION Y MEDICION TPM			
CÓDIGO	MARCA/TIPO	ANSI	DESCRIPCION
F1	ALSTOM MICOM P633	87 50N 810 50 50 50N 810 51 40 27	PROTECCION DIFERENCIAL
F3 F4	ALSTOM MICOM P122	50 50N 40 50N 51 50N 37	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE MULTIFUNCION
BP1 BP2 BP3	ALSTOM MMLG01	-	BORNERA DE PRUEBA

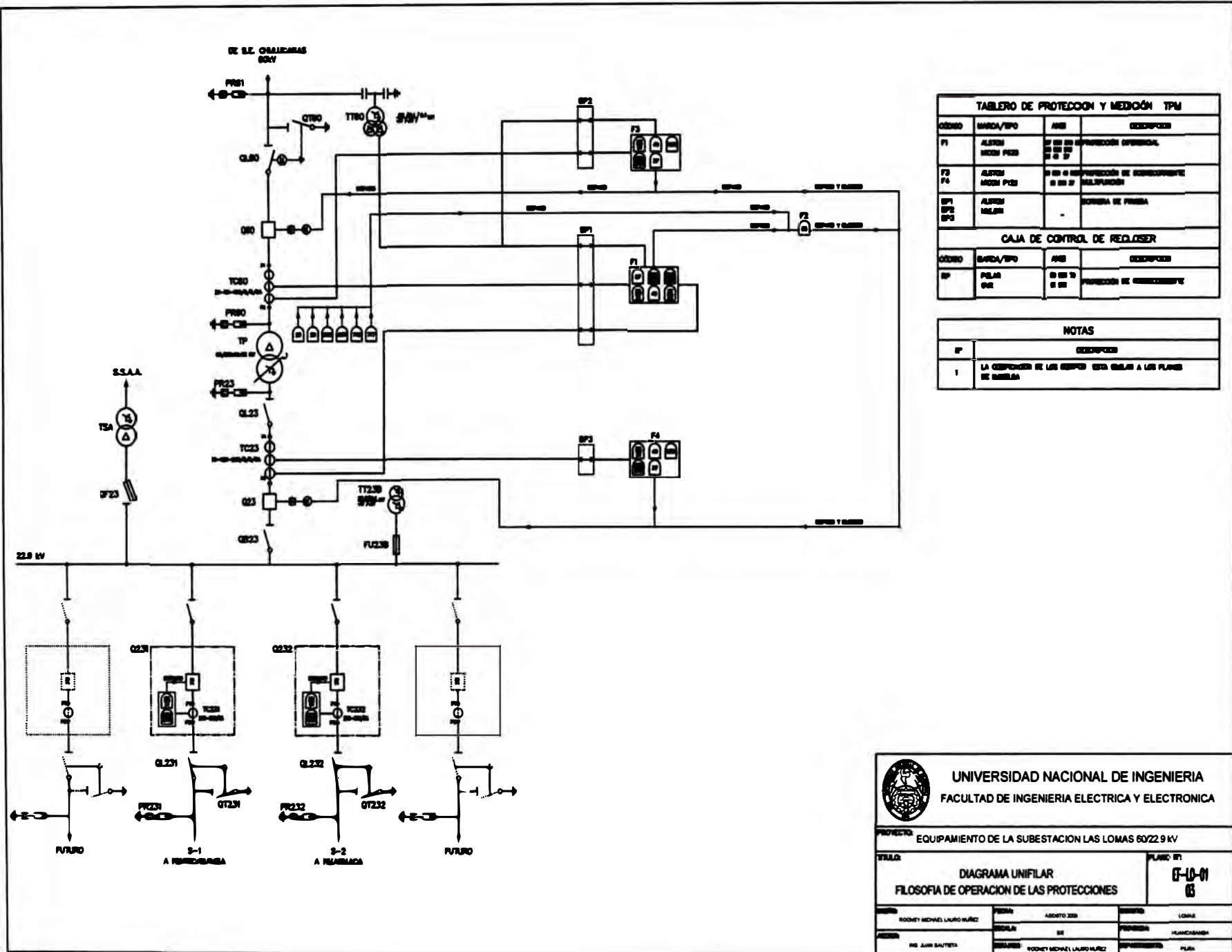
CAJA DE CONTROL DE RECLOSER			
CÓDIGO	MARCA/TIPO	ANSI	DESCRIPCION
RP	POLAR OVR	50 50N 70 51 50N	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE

NOTAS	
N°	DESCRIPCION
1	LA CODIFICACION DE LOS EQUIPOS ESTA SIMILAR A LOS PLANOS DE MANELSA


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 PROYECTO: EQUIPAMIENTO DE LA SUBESTACION LAS LOMAS 60/22.9 kV  
 TITULO: **DIAGRAMA UNIFILAR**  
 PLANO N°: **EF-10-01**

**ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO 6201 T81  
AAAC**

CALIBRE mm <sup>2</sup>	N° HILOS mm <sup>2</sup>	D mm	CONDUCTOR mm	PESO kg/km	RESISTENCIA ELECTRICA		CARGA ROTURA kg	CAPACIDAD DE CORRIENTE A(*)
					20°C ohm/km	80°C omh/km		
16	7	1.7	5.1	43	2.09	2.54	4526	100
25	7	2.15	6.5	70	1.31	1.59	7239	125
35	7	2.52	7.6	96	0.952	0.16	9945	160
50	7	3.02	9.1	137	0.663	0.806	1428	195
70	19	2.15	10.8	190	0.484	0.558	1965	235
95	19	2.52	12.6	260	0.352	0.428	2699	300
120	19	2.85	14.3	335	0.275	0.334	3453	340
150	37	2.25	15.8	405	0.227	0.276	7191	395
185	37	2.52	17.7	510	0.181	0.22	5257	455
240	37	2.85	20	650	0.142	0.176	6724	545
300	61	2.52	22.7	840	0.11	0.138	8666	625
400	61	2.85	25.7	1070	0.0862	0.109	11085	755



Anexo G: Filosofía de operación de las protecciones

**Anexo H: Estudio de coordinación de Protecciones  
Lomas 60/22.9 kV**

## **CONTENIDO**

- 1. Aspectos generales**
  - 1.1 Introduccion**
  - 1.2 Alcances del estudio**
  - 1.3 Objetivo del estudio**
- 2. Red electrica en estudio**
  - 2.1 Ampliacion de la S.E. Chuluanas (60/22.9/10kV)**
  - 2.2 S.E. Morropon 60/23kV, 7-9MVA (ONAM-ONAF)**
  - 2.3 S.E. Lomas 60/23kV, 7-9MVA (ONAM-ONAF)**
- 3. descripción del sistema de proteccion**
- 4. Parámetros electricos de la red en estudio**
- 5. Calculos de corto circuito**
- 6. Flujo de potencia**
- 7. Determinación de ajuste de reles**
  - 7.1 Ajuste de reles de distancia**
  - 7.2 Ajuste de reles de sobrecorriente**
  - 7.3 Ajuste y calibración del rele diferencial**
- 8. Curvas de coordinación de la preteccion**
- 9. Grafica de características de impedancia S.E.Chulucana-S.E. Lomas**
- 10. Ajuste propuesto para el rele de Distancia P433**
- 11. Diagrama unifilar general del sistema electrico**
- 12. Diagrama unifilar de protecciones de la S.E. Lomas 60/22.9kV**

## **1. Aspectos Generales**

### **1.1 Introducción**

En la actualidad, las localidades que comprenden el P.S.E. Huancabamba – Huarmaca y el P.S.E. Morropon – Santo Domingo, carecen de energía eléctrica a excepción de algunas capitales de distritos que poseen servicio restringido.

Asimismo, algunas localidades aisladas tienen un suministro proveniente de generación térmica, el cual es extremadamente deficitario; debido a que no cubre las necesidades mínimas de la mayoría de los centros poblados, ni mucho menos facilitan el desarrollo de las actividades productivas, ya que importantes sectores rurales carecen enteramente de energía.

Ante esta deficiencia el MEM (Ministerio de Energía y Minas) ejecuta el Proyecto que permite satisfacer eficientemente la demanda de energía de esta importante zona en el corto, mediano y largo plazo.

La ejecución del proyecto contempla la ampliación y repotenciación de la S.E. Chulucanas; para el cual se ha considerado lo mas conveniente conformar un sistema de transmisión entre Chulucanas, Morropon y las Lomas a 60 kV; incorporandose las localidades de Morropon y Huacabamba al Sistema Electrico Interconectado Nacional (SEIN), a través de la S.E. Chulucanas, actualmente interconectada con la S.E. Piura Oeste mediante una línea de transmisión a 60 kV.

El area de influencia del proyecto (L.T. 60 kV Chulucanas - Morropon - Las Lomas) está ubicado en las provincias de Morropon y Huancabamba del departamento de Piura.

### **1.2 Alcances del Estudio**

El presente estudio de coordinación de protecciones comprende el siguiente alcance:

- Recopilación de Información técnica.
- Cálculos de Corto Circuito.
- Cálculos de Flujo de Potencia.
- Determinación de Ajustes de Relés de Distancia
- Determinación de Ajustes de Relés de Sobrecorriente
- Determinación de Ajustes de Relés Diferenciales
- Diagramas Unifilares de protección del area en estudio

### **1.3 Objetivo del Estudio**

El objetivo del presente estudio es obtener una óptima coordinación de las protecciones del sistema eléctrico en estudio, los cuales garanticen la sensibilidad y rapidez de los relés con el fin de evitar interrupciones innecesarias en el resto del sistema.

## **2. Red Electrica en Estudio**

En el diagrama unifilar general del plano EM-LO-10-01, se indica en forma achurada el sistema eléctrico en estudio perteneciente al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN), los cuales son alimentados por el SEIN a través de la S.E. Piura Oeste (SEPO), perteneciente a REP S.A.

La configuración del sistema eléctrico en estudio comprende las siguientes instalaciones:

- S.E. Chulucanas (Ampliación Patio de Llaves 60 kV)
- S.E. Morropon en 60/22.9 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF)
- S.E. Las Lomas en 60/22.9 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF)
- L.T. Chulucanas – Morropón – Las Lomas en 60 kV, 80 km.

### **2.1 Ampliación de la S.E. Chulucanas (60/22.9/10 kV)**

La ampliación comprende un pórtico de barras en 60 kV, con tres celdas en ese nivel de tensión, la misma que esta constituida por:

- Dos Celdas 60 kV de Llegada de la Sub-estación Piura Oeste (Salida 1 y salida 2 futura).
- Una Celda 60 kV de salida hacia la Sub-estación Morropon (Salida 3).

Para ello se ha considerado el equipamiento básico (en 60 kV) en cada una de las celdas, constituido por : Seccionador de Línea con Cuchilla de Puesta a Tierra, Seccionador de Barras, Interruptor de Potencia, Transformadores de Tensión y Corriente, Pararrayos de protección al Transformador (en todos sus niveles de tensión).

Los transformadores de tensión en 60 kV se han reubicado en la Celda de Llegada de la S.E. Piura Oeste.



## **2.2 S.E. Morropon 60/23 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF)**

Esta nueva sub-estación con una altitud menor a 1000 m.s.n.m. y ubicado a 30 km aproximadamente de la Sub-estación Chulucanas, comprende del siguiente equipamiento:

- Una celda de llegada completa al exterior en 60 kV
- Transformador de Potencia 60/23 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF).
- Celda del Transformador en 22.9 kV
- Dos (02) Celdas de Salida en 22.9 kV, para alimentar a los P.S.E. Morropón y Santo Domingo en 22.9 kV, con espacio para futuras salidas en 22.9 kV.

## **2.3 S.E. Lomas 60/23 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF)**

Esta Sub-estación se encuentra ubicado a 73 km aproximadamente de la S.E. Chulucanas y comprende del siguiente equipamiento:

- Una celda de llegada completa al exterior en 60 kV
- Transformador de Potencia 60/23 kV, 7-9 MVA (ONAN-ONAF).
- Celda del Transformador en 22.9 kV.
- Dos (02) Celdas de Salida en 22.9 kV, para alimentar a los P.S.E. Huancabamba y Huarmanca en 22.9 kV, con espacio para futuras salidas en 22.9 kV.

### **3. Descripción del sistema de proteccion**

El equipo básico de protección considerado en la ampliación de la Sub-estación Chulucanas y en las nuevas sub-estaciones de Morropon y Las Lomas están constituidos por

Relés de Distancia

Relés Diferenciales

Relés de Bloqueo

Relés de Sobrecorriente Temporizado con elemento instantáneo

Reclosers de sobrecorriente temporizado con elementos instantáneo.

### **3.1 Protecciones Existentes**

#### **3.1.1 S.E. Chulucanas 60/22.9/20 kV**

Las instalaciones de esta sub-estación cuentan con tres (03) interruptores de potencia en 60, 22.9 y 10 kV los cuales protegen al transformador de potencia 10/4/7 MVA. También cuenta con un (01) interruptor en la salida de 10 kV (Alimentador 71 en la C.T. Huapalas) y con cuatro (04) reclosers de 22.9 kV; los cuales protegen a los alimentadores 90, 93, 95 y al alimentador de reserva.

El transformador de potencia de 10/4/7 MVA,  $60 \pm 13 \times 1\% / 22.9/10$  kV, posee los siguientes relés de protección

- Relé diferencial (87T), marca Alstom, modelo KBCH130, como protección principal.
- Relé de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N), marca ABB, tipo SPAJ 140C, en 60 y 22.9 kV.
- Relé de sobrecorriente de fases, tierra y direccional (50/51, 50N/51N, 67N), marca ABB, tipo SPAA-341C1, en 10 kV.
- La protección de respaldo a la llegada de la celda en 60 kV cuenta con el relé de mínima y máxima tensión (27/59), marca ABB, tipo SPAU130 C.
- El transformador zig-zag de 0.175 MVA, 10 kV cuenta con la función de sobrecorriente direccional a tierra (67N) del relé de sobrecorriente de fases, tierra y direccional, marca ABB, tipo SPAA-341C ubicado en el lado de 10 kV del Transformador de Potencia 10/4/7 MVA.
- El alimentador 90 en 22.9 kV cuenta con el Recloser multifunción, marca ABB, tipo PCD 2000, con funciones de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N), direccional a tierra (67N), mínima y máxima tensión (27/59), recierre (79), sobrecorriente de secuencia negativa.
- Los alimentadores 93, 95 y el alimentador de reserva en 22.9 kV poseen reclosers multifunción marca COOPER, tipo VWVE27, con funciones de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N), recierre (79).
- El Alimentador 71 en 10 kV de la C.T. Huapalas cuenta con los relés de marca ABB/Circuit Shield, tipo 51 I, tanto para la protección de sobrecorriente de fases (50/51), y la protección de sobrecorriente a tierra (50N/51N).

## **3.2 Protecciones Nuevas**

### **3.2.1 Ampliación de la S.E. Chulucanas 60/22.9/20 kV**

Debido a la repotenciación de la S.E. Chulucanas se han implementado dos (02) interruptores de potencia en 60 kV, los cuales protegen a la línea de llegada de Piura Oeste y la línea de Salida a Morropon.

Las Líneas de Transmisión son

- L.T. Chulucanas – Ejidos – Sepo en 60 kV
- L.T. Chulucanas – Morropon – Las Lomas en 60 kV

Para su protección cuentan con el relé de distancia multifunción, marca Alstom, modelo Micom P433, con funciones de distancia para fases y tierra (21/21N), sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N), sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67N), sobrecorriente de secuencia negativa (46), mínima y máxima tensión (27/59), recierre (79), protección inversa (32), frecuencia (81), Falla de interruptor (50BF).

### **3.2.2 S.E. Morropon 60/23 kV**

Las instalaciones de la S.E. Morropon cuenta con dos (02) interruptores de potencia (uno en 60 kV y el otro en 22.9 kV) y 02 reclosers de 22.9 kV, el interruptor de 60 kV protege el lado de alta tensión del transformador de 7-9 MVA (ONAN-ONAF), mientras que el interruptor de 22.9 kV protege el lado de baja tensión del mismo transformador; los dos (02) reclosers protegen las salidas 1 y 2 en 22.9 kV (Salida a Morropon y Santo Domingo respectivamente).

Las protecciones del transformador de 7-9 MVA (ONAN-ONAF), 60/23 kV, cuenta con los siguientes relés para su protección:

- Relé Diferencial multifunción marca Alstom, modelo Micom P632, con funciones de
  - Diferencial de corriente porcentual e instantáneo (87T/87H).
  - Sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
  - Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
  - Mínima y Máxima tensión (27/59)
  - Sobrecarga (49)

- Frecuencia (81)
- Relé de sobrecorriente multifunción marca Alstom, modelo Micom P122, con funciones de
  - Sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
  - Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
  - Sobrecarga (49)
  - Mínima corriente (37)
  - Falla de Interruptor (50BF)

Las protecciones las salida 1 y 2 en 22.9 kV cuenta con el recloser marca Whipp & Bourne, tipo Polarr GVR, el cual cuenta con las siguientes funciones de protección

- Sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
- Sobrecorriente sensitiva a tierra (SEF)
- Recierre (79)

### **3.2.3 S.E. Las Lomas 60/23 kV**

Esta sub-estación presenta las mismas instalaciones de la sub-estación Morropon. Además cuenta con los mismos equipos para su protección, cabe mencionar que los reclosers protegen las salidas 1 y 2 en 22.9 kV (Salida a Huancabamba y Huarmaca respectivamente).

El unifilar de protección de la S.E. Las Lomas se detalla en el plano EM-LO-10-02.

## **4. Parámetros electricos de la red en estudio**

Los parámetros eléctricos del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) usados en la simulación de fallas de corto circuito y del flujo de potencia han sido obtenidos de la base de datos del COES para el año 2005. A continuación se indican los parámetros eléctricos de los transformadores de potencia y de las líneas de transmisión contemplados en el presente estudio.

Las siguientes tablas muestran los datos y/o parámetros eléctricos usados en el presente estudio de coordinación de protecciones.

## 5. **Calculos de cortocircuito**

Las simulaciones de los cálculos de corto circuito han sido realizados para las condiciones de máxima y mínima demanda del SEIN, considerando la operación de todo el Sistema Interconectado Nacional según el COES (para las temporadas de Avenida y Estiaje del año 2,005). Se esta despreciando las generaciones en las minas y se han considerado los siguientes casos para obtener la mínima y máxima corriente de corto circuito del sistema eléctrico radial en estudio.

- Caso 1 : Con 01 Transformador en SEPO operando y sin generación en la C.T. Huapalas
- Caso 2 : Con 01 Transformador en SEPO operando y con generación en la C.T. Huapalas.
- Caso 3 : Con 02 Transformadores en SEPO operando y sin generación en la C.T. Huapalas.
- Caso 4 : Con 02 Transformadores en SEPO operando y con generación en la C.T. Huapalas.

Se han simulado fallas monofásicas, bifásicas y trifásicas con maquinas con comportamiento subtransitorio.

La simulación de los cálculos de corto circuito han sido efectuados con el programa computacional WinFdc V.2.01.

Los casos tomados para el coordinamiento de las protecciones se han realizado considerando los valores de máxima y mínima corriente de cortocircuito.

Para fallas monofásicas se ha tomado como mínima corriente los valores de falla en Avenida, mínima demanda con 01 Transformador en servicio en la sub-estación Piura Oeste; también se ha tomado como máxima corriente los valores de falla en Estiaje, máxima demanda con 02 transformadores en servicio en la sub-estación Piura Oeste y con los grupos térmicos de la C.T. Huapalas en servicio.

Para fallas entre fases se ha tomado como mínima corriente los valores de falla en Avenida, mínima demanda con 01 transformador en servicio en la sub-estación Piura Oeste (para fallas bifásicas); y se ha tomado como máxima corriente los valores de falla en Estiaje, máxima demanda con 02 transformadores en la sub-estación Piura Oeste (para fallas trifásicas) y con los grupos térmicos de la C.T. Huapalas en servicio.

Los resultados obtenidos nos ha permitido analizar el comportamiento de la red cuando se presenta una falla en diferentes puntos del sistema en estudio, de esta manera se ha podido determinar los parámetros de ajustes de las unidades de sobrecorriente de fases y de tierra en los equipos de protección involucrados, así como también asegurar la actuación rápida y confiable de los relés de protección.

En las tablas se muestran los niveles de cortocircuito en barras para los casos de Avenida mínima demanda y estiaje máxima demanda a continuación se indican los resultados de los cálculos de corto circuito en barras para los casos considerados en el presente estudio.

**Caso 1 :** Con 01 Transformador Operando en la S.E. Piura Oeste y sin generación en la C.T. Huapalas

Estación / Barra	kV	ESTIAJE (Amperios)			AVENIDA (Amperios)		
		Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica	Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica
		MAX DEM	MAX DEM	MAX DEM	MIN DEM	MIN DEM	MIN DEM
S.E. Los Ejidos	60	2567	2219	2583	1791	1346	1561
S.E. Chulucanas	60	1169	832	965	982	673	779
S.E. Chulucanas	22.9	1564	1271	1473	1432	1117	1294
S.E. Chulucanas	10	262	3172	3671	261	2754	3186
S.E. Morropon	60	618	587	680	562	503	583
S.E. Morropon	22.9	1315	915	1058	1214	832	962
S.E. Las Lomas	60	369	413	477	348	369	427
S.E. Las Lomas	22.9	1090	732	846	1020	678	784

**Caso 2 :** Con 01 Transformador Operando en la S.E. Piura Oeste y con generación en la C.T. Huapalas

Estación / Barra	kV	ESTIAJE (Amperios)			AVENIDA (Amperios)		
		Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica	Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica
		MAX DEM	MAX DEM	MAX DEM	MIN DEM	MIN DEM	MIN DEM
S.E. Los Ejidos	60	2619	2288	2666	1862	1416	1645
S.E. Chulucanas	60	1253	908	1055	1073	749	870
S.E. Chulucanas	22.9	1605	1320	1531	1489	1178	1367
S.E. Chulucanas	10	263	3653	4253	262	3235	3768
S.E. Morropon	60	641	624	724	591	545	632
S.E. Morropon	22.9	1353	947	1096	1264	873	1011
S.E. Las Lomas	60	377	431	499	359	391	454
S.E. Las Lomas	22.9	1116	753	871	1055	705	816

**Caso 3 :** Con 02 Transformadores Operando en la S.E. Piura Oeste y Sin Generación en la C.T. Huapalas

Estación / Barra	kV	ESTIAJE (Amperios)			AVENIDA (Amperios)		
		Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica	Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica
		MAX DEM	MAX DEM	MAX DEM	MIN DEM	MIN DEM	MIN DEM
S.E. Los Ejidos	60	2746	2434	2830	1931	1477	1713
S.E. Chulucanas	60	1200	859	995	1018	702	814
S.E. Chulucanas	22.9	1584	1294	1499	1460	1147	1328
S.E. Chulucanas	10	262	3238	3746	261	2837	3282
S.E. Morropon	60	627	601	695	588	520	601
S.E. Morropon	22.9	1330	927	1072	1243	849	981
S.E. Las Lomas	60	372	419	485	345	378	437
S.E. Las Lomas	22.9	1100	740	855	1023	689	797

Caso 4 : Con 02 Transformadores Operando en la S.E. Piura Oeste y con generación en la C.T. Huapalas

Estación / Barra	kV	ESTIAJE (Amperios)			AVENIDA (Amperios)		
		Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica	Falla Monofásica	Falla Bifásica	Falla Trifásica
		MAX DEM	MAX DEM	MAX DEM	MIN DEM	MIN DEM	MIN DEM
S.E. Los Ejidos	60	2796	2503	2912	1999	1546	1797
S.E. Chulucanas	60	1283	934	1086	1108	778	905
S.E. Chulucanas	22.9	1623	1341	1555	1514	1205	1398
S.E. Chulucanas	10	263	3719	4327	262	3318	3864
S.E. Morropon	60	649	637	738	601	560	650
S.E. Morropon	22.9	1366	958	1109	1282	888	1028
S.E. Las Lomas	60	379	436	505	362	399	463
S.E. Las Lomas	22.9	1125	760	879	1068	715	827

## 6. Flujo de potencia

Las simulaciones de flujo de carga permiten observar el comportamiento del sistema en estado estable, determinándose los niveles de tensión en las barras y la distribución de los flujos de potencias (activas y reactivas en las redes).

En estado estable para evaluar los resultados de flujo de potencia, se considera como criterio de calidad y confiabilidad que el sistema debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Niveles de tensión admisibles con barras independientes de la potencia transmitida.
  - Operación normal en barras con carga :  $\pm 5\% V_N$
  - Operación en contingencia en las barras con carga :  $\pm 10\% V_N$
- Líneas y/o transformadores sin sobrecargas.

Dada la configuración eléctrica del Sistema en estudio, se ha considerado los cálculos de los flujos de potencia para la máxima y mínima demanda del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional en temporadas de Avenida y Estiaje,



considerándose la demanda del área en estudio para el año 2005. Para optimizar el análisis de flujo de potencia se han evaluado las siguientes alternativas :

- Caso 1 :        Máxima Demanda 2005 Sin Banco de Condensadores  
 Caso 2 :        Máxima Carga Admisible Sin Banco de Condensadores  
 Caso 3 :        Máxima Demanda 2005 Con Banco de Condensadores  
 Caso 4 :        Máxima Demanda 2015 Con Banco de Condensadores

Todos los casos mencionados se han simulado bajo el escenario de dos transformadores de potencia de la S.E. Piura Oeste (SEPO) en servicio.

**El caso 1**, evalúa las máximas caídas de tensión para la carga proyectada del año 2,005, sin considerar Bancos de Condensadores en las barras de 10kV.

La carga proyectada para el año 2,005 dentro del área en estudio es la siguiente:

<b>SUB-ESTACION</b>	<b>CARGA</b>	<b>KV</b>	<b>MW</b>	<b>MVAR</b>	<b>MVA</b>
S.E. Morropon	P.S.E. Morropon	22.9	4.034	1.954	4.482
	P.S.E. Sto. Domingo	22.9	1.751	0.848	1.946
	Morropon - Molinos	22.9	0.030	0.015	0.033
	Morropon - Pozos Agrícolas	22.9	0.187	0.091	0.208
		<b>TOTAL</b>	6.002	2.907	6.669
<b>SUB-ESTACION</b>	<b>CARGA</b>	<b>KV</b>	<b>MW</b>	<b>MVAR</b>	<b>MVA</b>
S.E. Las Lomas	P.S.E. Huarmaca	22.9	2.283	1.106	2.537
	P.S.E. Huancabamba	22.9	2.988	1.447	3.320
	Las Lomas - Molinos	22.9	0.036	0.017	0.040
	Las Lomas - M. Turmalina	22.9	0.500	0.242	0.556
	Huancabamba - Aeropuerto	22.9	0.030	0.015	0.033
		<b>TOTAL</b>	5.837	2.8270	6.4856

**El caso 2**, evalúa la carga máxima admisible dentro del área en estudio con el cual se este dentro del rango tolerable del tensiones según norma ( $\pm 5\%VN$ ) y sin la necesidad de Banco de Condensadores en las barras de 10kV.

En el siguiente cuadro resumen se detalla los niveles máximos de carga admisible en las sub-estaciones Morropon y Las Lomas, con el cual no es necesario el uso de Bancos de Condensadores

Sub-Estación	AVENIDA				ESTIAJE			
	MAXIMA		MINIMA		MAXIMA		MINIMA	
	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
Morropon	2.10	1.02	3.30	1.60	3.74	1.81	3.30	1.60
Las Lomas	2.00	0.97	3.20	1.55	2.97	1.44	2.20	1.07

**El caso 3**, evalúa el ingreso del Banco de Condensadores en barras de 10 kV de la S.E. Morropon y la S.E. Las Lomas, para mantener las tensiones dentro del rango permitido según norma para la máxima carga proyectada del año 2,005.

Para la máxima carga proyectada del año 2,005, el análisis de flujo de potencia nos muestra que es necesario implementar Banco de Condensadores de 4.5 MVAR en las sub-estaciones Morropon y Las Lomas, con el cual los resultados de flujo de potencia no muestran efectos de caída excesiva de tensión o sobretensiones en los diferentes puntos del sistema eléctrico en estudio.

**El caso 4**, evalúa las máximas caídas de tensión para la carga proyectada del año 2015, considerando Bancos de Condensadores en las barras de 10kV.

La carga proyectada para el año 2015, dentro del área en estudio es la siguiente:

SUB ESTACION	CARGA	KV	MW	MVAR	MVA
S.E MORROPON	P.S.E. MORROPON	22.9	5.604	2.714	6.227
	P.S.E.STO DOMINGO	22.9	2.350	1.138	2.611
	MORROPON – MOLINOS	22.9	0.030	0.015	0.033
	MORROPON – POZOS AGRICOLAS	22.9	0.374	0.181	0.416
	TOTAL		8.358	4.048	9.287
SUB ESTACION	CARGA	KV	MW	MVAR	MVA
S.E LOMAS	P.S.E. Huarmaca	22.9	3.183	1.52	3.487
	P.S.E. Huancabamba	22.9	4.174	2.022	4.638
	Las Lomas – Turmalina	22.9	0.036	0.017	0.040
	Las Lomas – M Turmalina	22.9	0.500	0.242	0.556
	Huancabamba – Acropuerto	22.9	0.030	0.015	0.033
	TOTAL		7.923	3.837	8.803

Para la máxima carga proyectada del año 2015 el análisis de flujo de potencia nos muestra que es necesario implementar Banco de Condensadores de 6.5 MVAR en las sub-estaciones Morropon y Las Lomas, con el cual los resultados de flujo de potencia muestra que los transformadores de dichas sub-estaciones trabajaran con su potencia ONAF (9 MVA).

El software utilizado para realizar las simulaciones de flujo de potencia es el WinFdc V.2.01.

## 7. Determinación de ajuste de relés

Los ajustes obtenidos para la coordinación de los relés del Sistema Eléctrico en estudio se muestran en el seccion 8, 9 y 10 del presente estudio de coordinación de protecciones.

Para obtener una buena coordinación de las protecciones se han considerado diferentes escenarios y todos estos bajo la configuración de uno y dos transformadores de potencia de la S.E. Piura Oeste en servicio.

En las líneas de transmisión; L.T. Chulucanas - Los Ejidos 60 kV y la L.T. Chulucanas – Morropon – Las Lomas 60 kV; la unidad de distancia será la protección principal, quedando como respaldo la protección de sobrecorriente.

En los transformadores de potencia de las sub-estaciones Morropon y Las Lomas, la unidad diferencial será la protección principal de activación rápida, quedando como respaldo la protección de sobrecorriente.

### 7.1 Ajustes de Relés de Distancia

#### 7.1.1 Cálculo de la Impedancia de Líneas de Transmisión y Transformadores de Potencia

##### Impedancia de Líneas de Transmisión

Impedancia de secuencia positiva de la Línea de Transmisión

$$Z_{1L} = l * |z_{1L}| \angle \arg(z_{1L})$$

$$Z_{1L} = |Z_{1L}| \angle \arg(Z_{1L}) \quad (\text{Representación polar})$$

$$Z_{1L} = R_{1L} + jX_{1L} \quad (\text{Representación rectangular})$$

### Impedancia de secuencia cero de la Línea de Transmisión

$$Z0_L = l * |z0_L| \angle \arg(z0_L)$$

$$Z0_L = |Z0_L| \angle \arg(Z0_L) \quad (\text{Representación polar})$$

$$Z0_L = R0_L + jX0_L \quad (\text{Representación rectangular})$$

Donde:

$l$  : Longitud de la línea de transmisión, en km

$z1_L$  : Impedancia de secuencia positiva de la Línea en,  $\Omega/\text{km}$

$Z1_L$  : Impedancia de secuencia positiva de la Línea, en  $\Omega$

$|Z1_L|$  : Magnitud de la impedancia de secuencia positiva de la Línea, en  $\Omega$

$\arg(Z1_L)$  : Angulo de la impedancia de secuencia positiva de la Línea, en  $^\circ$

$R1_L$  : Resistencia de secuencia positiva de la Línea, en  $\Omega$

$X1_L$  : Reactancia de secuencia positiva de la Línea, en  $\Omega$

$Z0_L$  : Impedancia de secuencia cero de la Línea en,  $\Omega/\text{km}$

$Z0_L$  : Impedancia de secuencia cero de la Línea en,  $\Omega$

$|Z0_L|$  : Magnitud de la impedancia de cero de la Línea, en  $\Omega$

$\arg(Z0_L)$  : Angulo de la impedancia de secuencia cero de la línea, en  $^\circ$ .

$R0_L$  : Resistencia de secuencia cero de la Línea en,  $\Omega$

$X0_L$  : Reactancia de secuencia cero de la Línea en,  $\Omega$

Relación entre impedancias de secuencia cero y secuencia positiva

$$\frac{\overline{Z0_L}}{\overline{Z1_L}} = \frac{|Z0_L|}{|Z1_L|} \angle [\arg(Z0_L) - \arg(Z1_L)]$$

### Impedancia de Transformadores de Potencia

La impedancia base  $Z_b$  esta dado por la relación:

$$Z_b = \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

Luego la impedancia para transformadores de dos devanados será:

$$Z_{\text{TRAF}} = \frac{V_{cc}}{100} * Z_b = \frac{V_{cc}}{100} * \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

$$Z_{1_{ab}} = Z_{0_{ab}} = Z_{\text{TRAF}}$$

Donde:

$Z_b$	Impedancia base en $\Omega$
$V_b$	Tensión base en kV (del lado que se quiera referir)
$S_b$	Potencia base en MVA
$V_{cc}$	Tensión de cortocircuito en %
$Z_{\text{TRAF}}$	Impedancia del Transformador
$Z_{1_{ab}}$	Impedancia de secuencia positiva del transformador
$Z_{0_{ab}}$	Impedancia de secuencia cero del transformador

La impedancia para transformadores de tres devanados será:

$$Z_{P-S} = \frac{(V_{cc})_{P-S}}{100} * Z_b = \frac{(V_{cc})_{P-S}}{100} * \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

$$Z_{P-T} = \frac{(V_{cc})_{P-T}}{100} * Z_b = \frac{(V_{cc})_{P-T}}{100} * \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

$$Z_{S-T} = \frac{(V_{cc})_{S-T}}{100} * Z_b = \frac{(V_{cc})_{S-T}}{100} * \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

De los cuales obtenemos las Impedancias del Primario, Secundario y Terciario siguientes:

$$Z_P = \frac{(Z_{P-S} + Z_{P-T} - Z_{S-T})}{2}$$

$$Z_S = \frac{(Z_{P-S} + Z_{S-T} - Z_{P-T})}{2}$$

$$Z_T = \frac{(Z_{P-T} + Z_{S-T} - Z_{P-S})}{2}$$

Donde:

$Z_b$	Impedancia base en $\Omega$
$V_b$	Tensión base en kV (del lado que se quiera referir)
$S_b$	Potencia base en MVA
$V_{cc}$	Tensión de cortocircuito en %
$Z_T$	Impedancia del Transformador
$Z_{P-S}$	Impedancia del lado Primario – Secundario en $\Omega$
$Z_{P-T}$	Impedancia del lado Primario – Terciario en $\Omega$
$Z_{S-T}$	Impedancia del lado Secundario – Terciario en $\Omega$
$Z_P$	Impedancia del devanado Primario en $\Omega$
$Z_S$	Impedancia del devanado Secundario en $\Omega$
$Z_T$	Impedancia del devanado Terciario en $\Omega$

Sabiendo que:

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

Considerando una relación Reactancia – Resistencia de  $\frac{X}{R} = K_{X/R}$

tenemos:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \Rightarrow \quad Z = R * \sqrt{1 + (K_{X/R})^2}$$

$$R = \frac{Z}{\sqrt{1 + (K_{X/R})^2}}$$

Luego: 
$$X = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

La impedancia equivalente de dos transformadores en paralelo resulta de la siguiente relación:

$$\left| \overline{Z_{Equivalente}} \right| = \frac{\left| \overline{Z_{TRAF0-1}} \right| * \left| \overline{Z_{TRAF0-2}} \right|}{\left| \overline{Z_{TRAF0-1}} \right| + \left| \overline{Z_{TRAF0-2}} \right|}$$

Además como la Potencia y Relación de Transformación de ambos transformadores es la misma, podemos calcular la impedancia equivalente de la siguiente manera:

$$Z_{Equivalente} = \frac{1}{100} * \left( \frac{V_{cc \text{ TRAF0-1}} * V_{cc \text{ TRAF0-1}}}{V_{cc \text{ TRAF0-1}} + V_{cc \text{ TRAF0-1}}} \right) * \frac{(V_b)^2}{S_b}$$

### 7.1.2 Conversión de Valores Primarios a Valores Secundarios

#### Coefficiente reductor de impedancia:

Para convertir las impedancias de valores primarios a valores secundarios se divide entre un coeficiente reductor de impedancia ( $K_z$ ).

$$K_p = \frac{U_{np}}{U_{ns}} \quad K_i = \frac{I_{np}}{I_{ns}} \quad K_z = \frac{K_p}{K_i}$$

Donde:

Kp	Relación de los transformadores de tensión
Ki	Relación de los transformadores de corriente
Unp	Tensión nominal primaria del transformador de tensión
Uns	Tensión nominal secundaria del transformador de tensión.
Inp	Corriente nominal primaria del transformador de corriente
Ins	Corriente nominal secundaria del transformador de corriente

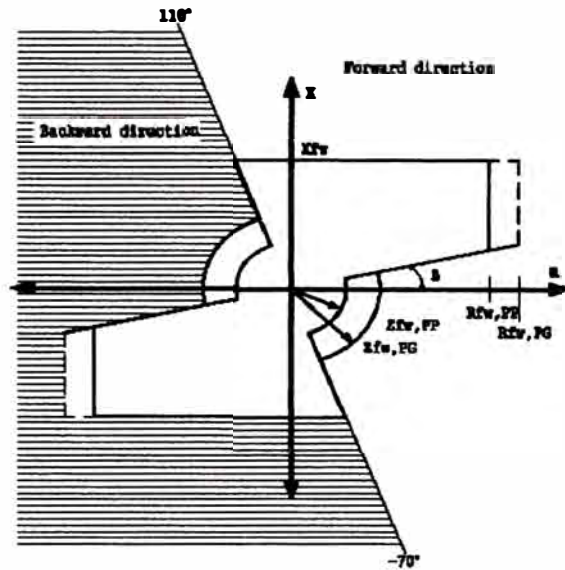
Relación entre valores primarios y secundarios de Impedancia

$$Z_{valor\_secundario} = \frac{Z_{valor\_primario}}{K_z}$$

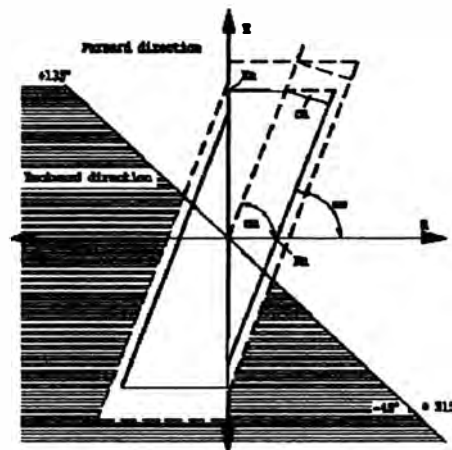
### 7.1.3 Ajuste y Calibración del Relé de Distancia – Micom P433 de la L.T. Chulucanas – Lomas - Morropon

En esta parte se detallan los Cálculos Justificativos para el ajuste del Relé de distancia multifunción marca ALSTOM modelo MICOM P433 de la Línea de Transmisión 60 kV Chulucanas – Lomas - Morropon, ubicado en la Subestación Chulucanas.

El Micom P433 ofrece seis zonas, cada zona se puede fijar como adelante, hacia atrás o no directivo; la extensión de la zona 1 es proporcionada y controlada por funciones integradas tales como control del auto-reclosing o por una señal externa.



Detección de característica de falla de la función de detección inferior de falla de la impedancia



Característica impedancia y direccional para el ajuste Poligonal

El Micom P433 tiene cuatro elementos de distancia para fallas entre fases y cuatro elementos de distancia para fallas a tierra, en los cuales se puede elegir ya sea la característica Circular o características tipo Poligonal.

#### 7.1.4 Datos de la Línea de Transmisión Protegida y los Transformadores de Potencia de las Subestaciones Local y Remota

##### Datos Generales

Los datos de la línea de transmisión protegida y las adyacentes, así mismo de los transformadores de las subestaciones local y remota se muestran en la siguiente tabla:



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNIDADES
<b>1</b>	<b>DATOS DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE PROTECCIÓN</b>			
1.1	Corriente Nominal Primario	Inp	150	A
1.2	Corriente Nominal Secundario	Ins	5	A
<b>2</b>	<b>DATOS DEL TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE PROTECCIÓN</b>			
2.1	Tensión Nominal Primario	Unp	60	kV
2.2	Tensión Nominal Secundario	Uns	0.1	kV
<b>3</b>	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOMAS</b>			
3.1	Longitud	L	73.12	km
3.2	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	0.1487	$\Omega$ /km
3.3	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	0.4787	$\Omega$ /km
3.4	Resistencia de Secuencia Cero	R0	0.3892	$\Omega$ /km
3.5	Reactancia de Secuencia Cero	X0	1.5916	$\Omega$ /km
3.6	Capacidad de Transporte	Smax	10.74	MVA
3.7	Carga Mínima	%Smax	80	%
3.8	Tensión Nominal	Vn	60	kV
3.9	Factor de Potencia	cos $\emptyset$	0.85	Adimens.
<b>4</b>	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOS EJIDOS</b>			
4.1	Longitud	L	49.6	km
4.2	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	0.14207	$\Omega$ /km
4.3	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	0.45474	$\Omega$ /km
4.4	Resistencia de Secuencia Cero	R0	0.32778	$\Omega$ /km
4.5	Reactancia de Secuencia Cero	X0	1.50711	$\Omega$ /km
<b>5</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. LOMAS</b>			
5.1	Potencia Nominal	S	7	MVA
5.2	Tensión Nominal Primario (Media)	VAT	60	kV

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
5.3	Tensión Base	Vb	60	kV
5.4	Tensión Nominal Secundario (Baja)	VBT	23	kV
5.5	Tensión de Cortocircuito	Vcc	6.93	%
5.6	Relación X/R (Consideración)	X/R	25	Adimens.
<b>6</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. CHULUCANAS</b>			
6.1	Potencia Nominal	S	10	MVA
6.2	Tensión Nominal Primario (Alta)	VAT	60	kV
6.3	Tensión Base	Vb	60	kV
6.4	Tensión Nominal Terciario (Baja)	VBT	10	kV
6.5	Tensión de Cortocircuito	Vcc	5.829	%
6.6	Relación X/R (Consideración)	X/R	25	Adimens.

### **Datos Calculados**

Los resultados de cálculo realizados de acuerdo a los ítems 7.1.1 y 7.1.2 de las líneas de transmisión protegidas y los transformadores de potencia en valores primarios y secundarios se muestran en la tabla siguiente:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNID.	VALOR	UNID.
<b>1 COEFICIENTE REDUCTOR DE IMPEDANCIA</b>						
1.1	Relación del Transformador de Tensión	Kp	600	Adim.	$K_z = \frac{K_p}{K_i}$	
1.2	Relación del Transformador de Corriente	Ki	30	Adim.		
1.3	Coefficiente Reductor de Impedancia	Kz	20	Adim.		
<b>2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOMAS</b>						
2.1	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	11.366	$\Omega$ prim.	0.568	$\Omega$ sec.
2.2	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	36.379	$\Omega$ prim.	1.819	$\Omega$ sec.
2.3	Resistencia de Secuencia Cero	R0	26.222	$\Omega$ prim.	1.311	$\Omega$ sec.
2.4	Reactancia de Secuencia Cero	X0	120.569	$\Omega$ prim.	6.028	$\Omega$ sec.
2.5	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	38.113	$\Omega$ prim.	1.906	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	72.650	$^\circ$	72.650	$^\circ$
2.6	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	123.387	$\Omega$ prim.	6.169	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	77.730	$^\circ$	77.730	$^\circ$
<b>3 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOS EJIDOS</b>						
3.1	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	23.630	$\Omega$ prim.	1.182	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	72.650	$^\circ$	72.650	$^\circ$
3.2	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	76.500	$\Omega$ prim.	3.825	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	77.730	$^\circ$	77.730	$^\circ$

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNID.	VALOR	UNID.
<b>4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. LOMAS</b>						
4.1	Impedancia Referida al Lado de Alta Tensión	Z1ab	35.640	$\Omega$ prim.	1.782	$\Omega$ sec.
4.2	Angulo de la Impedancia	arg(Z1ab)	87.709	°	87.709	°
4.3	Resistencia Referida al Lado de Alta Tensión	R1ab	1.424	$\Omega$ prim.	0.071	$\Omega$ sec.
4.4	Reactancia Referida al Lado de Alta Tensión	X1ab	35.612	$\Omega$ prim.	1.781	$\Omega$ sec.
<b>5 TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. CHULUCANAS</b>						
5.1	Impedancia Referida al Lado de Alta Tensión	Z1ab	20.984	$\Omega$ prim.	1.049	$\Omega$ sec.
5.2	Angulo de la Impedancia	arg(Z1ab)	87.709	°	87.709	°
5.3	Resistencia Referida al Lado de Alta Tensión	R1ab	0.839	$\Omega$ prim.	0.042	$\Omega$ sec.
5.4	Reactancia Referida al Lado de Alta Tensión	X1ab	20.968	$\Omega$ prim.	1.048	$\Omega$ sec.

### 7.1.5 Criterios de Ajuste del Relé de Distancia MICOM P433

**CIRCUITO PROTEGIDO** : L.T. Lomas - Morropon - Chulucanas  
**MARCA** : ALSTOM  
**MODELO** : MICOM P433  
**UBICACION** : SUBESTACIÓN CHULUCANAS  
**LONGITUD** : L.T. Chulucanas – Lomas : 73.12 km

Los criterios adoptados para el ajuste de este relé son los siguientes:

**ZONA 1:** Se ajusta al 80 % de la Línea de Transmisión Chulucanas – Las Lomas, con una actuación instantánea ante cualquier falla que se presente dentro de la zona de operación.

$$Z_I = 0.80 * (Z_{LT\_Chulucanas-LasLomas})$$

**ZONA 2:** Para el ajuste de esta zona se considera el 110% de la L.T. Chulucanas – Las Lomas, es decir:

$$Z_{II} = 1.1 * (Z_{LT\_Chulucanas-LasLomas})$$

**ZONA 3:** Para el ajuste de esta zona se considera el 100% de la L.T. Chulucanas – Las Lomas y el 20% del transformador de potencia de la S.E. Las Lomas, es decir:

$$Z_{III} = Z_{LT\_Chulucanas-LasLomas} + 0.20(Z_{TRAF0-S:E LasLomas})$$

**ZONA 4:** Para el ajuste de esta zona se considera el 50% del transformador de potencia de la S.E. Chulucanas, es decir:

$$Z_{IV} = 0.50 * Z_{TRAF0-S.E.Chulucanas}$$

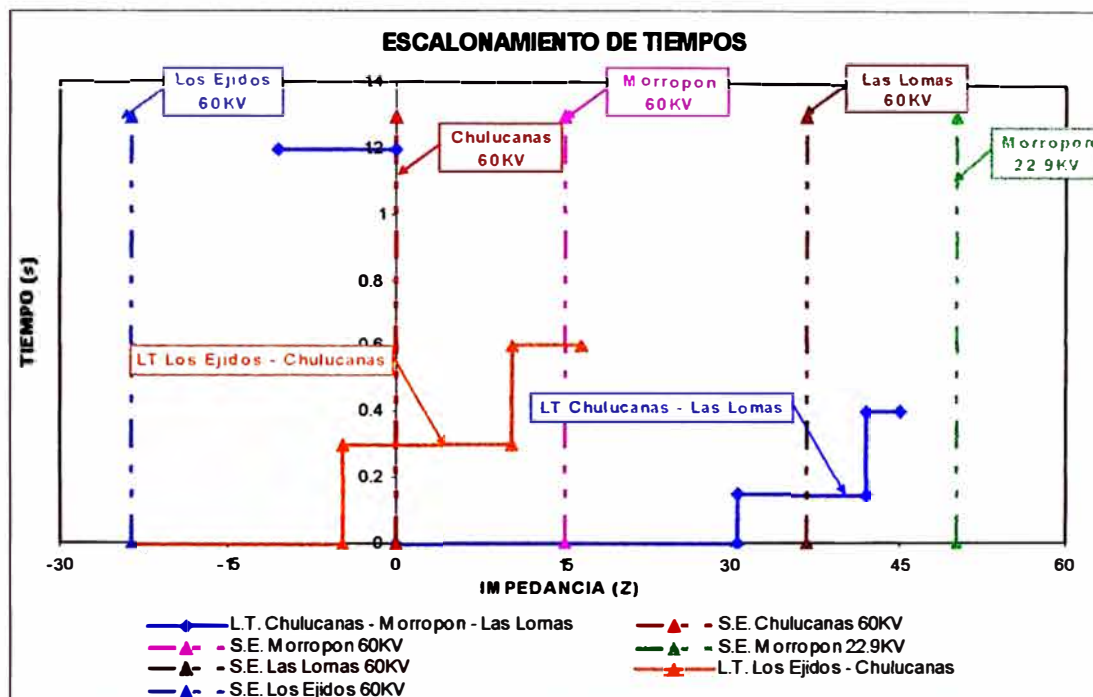
### 7.1.6 Determinación de los Ajustes del Relé de distancia Micom P433.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de cálculo de los ajustes del relé.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	UNID.
<b>Impedancia de secuencia positiva</b>							
1.1	Magnitud de la impedancia de secuencia positiva	Z1	1.525	2.096	2.252	0.525	Ω sec.
1.2	Angulo de la impedancia de secuencia positiva	arg(Z1)	72.650	72.650	75.007	87.709	°
1.3	Resistencia de secuencia positiva	R1	0.455	0.625	0.583	0.021	Ω sec.
1.4	Reactancia de secuencia positiva	X1	1.455	2.001	2.175	0.524	Ω sec.
<b>Impedancia de secuencia cero</b>							
1.5	Magnitud de la impedancia de cero	Z0	4.935	6.786	6.521	0.525	Ω sec.
1.6	Angulo de la impedancia de secuencia cero	arg(Z0)	77.730	77.730	78.273	87.709	°
1.7	Resistencia de secuencia cero	R0	1.049	1.442	1.325	0.021	Ω sec.
1.8	Reactancia de secuencia cero	X0	4.823	6.631	6.385	0.524	Ω sec.
<b>Alcance resistivo para fallas entre fases (≤3*X1)</b>							
1.9	Alcance resistivo máximo	R PP	4.366	6.003	6.525	1.573	Ω sec.
<b>Alcance resistivo para fallas a tierra (≤4,5*X1)</b>							
1.10	Alcance resistivo máximo	R PG	6.548	9.004	9.788	2.359	Ω sec.

### 7.1.7 Escalonamiento de Tiempo

ZONA	Z ( $\Omega$ -sec)	Z ( $\Omega$ -prim)	T (s)
Z1	1.52	30.5	0.00
Z2	2.09	41.92	0.15
Z3	2.25	45.04	0.40
Z4	0.52	10.5	1.20



### 7.1.8 Resumen de Ajustes Propuestos

Los ajustes se muestran en el siguiente cuadro:

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE ZONA <sub>i</sub>				UNID.
			ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	
<b>CARACTERÍSTICA POLIGONAL</b>							
1.1	Direction Zone Ni	Dirección	Forward	Forward	Forward	Backward	-
1.2	Shape Zone i	Característica de Operación	Polygon	Polygon	Polygon	Polygon	-
1.3	X Zone i	Alcance reactivo	1.46	2.00	2.18	0.52	$\Omega$ sec.
1.4	R PG Zone i	Alcance resistivo para fallas a tierra	5.24	6.30	7.34	1.89	$\Omega$ sec.
1.5	R PP Zone i	Alcance resistivo para fallas entre fases	3.49	4.20	4.89	1.26	$\Omega$ sec.
1.6	$\alpha$ Zone i	Angulo del alcance resistivo	72.65	72.65	75.01	87.71	$^{\circ}$
1.7	$\sigma$ Zone i	Angulo del alcance reactivo	0.00	0.00	0.00	0.00	$^{\circ}$

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE ZONA <sub>i</sub>				UNID.
			ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	
<b>CARACTERISTICA CIRCULAR</b>							
1.8	Shape Zone i	Característica de Operación	Circle	Circle	Circle	Circle	-
1.9	Z Zone i	Impedancia de secuencia positiva	1.52	2.10	2.25	0.52	$\Omega$ sec.
1.10	$\alpha$ Zone i	Angulo de impedancia de secuencia positiva	72.65	72.65	75.01	87.71	°
<b>TEMPORIZACION</b>							
1.11	t Zone i	Temporizacion	0.00	0.15	0.40	1.20	s

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE	UNID.
<b>AJUSTES COMUNES</b>				
2.1	Xfw	Reactancia en direccion adelante	4.35	$\Omega$ sec.
2.2	Rfw PG	Resistencia en direccion adelante para fallas a tierra	11.01	$\Omega$ sec.
2.3	Rfw PP	Resistencia en direccion adelante para fallas entre fases	7.34	$\Omega$ sec.
2.4	$\beta$	Angulo de carga	31.79	°
2.7	Z fw PG	Impedancia en direccion adelante para fallas a tierra	9.46	$\Omega$ sec.
2.8	Z fw PP	Impedancia en direccion adelante para fallas entre fases	6.98	$\Omega$ sec.
2.9	Zbw/Zfw	Relacion entre impedancias hacia atras y adelante	1.00	-
2.10	t1 ze	Temporizacion de la zona de extension	Blocked	-
2.11	Abs. value kG	Magnitud de la compensacion por secuencia cero	0.75	°
2.12	Angle kG	Angulo de la compensacion por secuencia cero	7.34	°
2.13	Trip zone 1 PG	Disparo en zona 1 para fallas a tierra	3-pole	-
2.14	Trip zone 1 PP	Disparo en zona 1 para fallas entre fases	3-pole	-
<b>PSB</b>				
2.15	X	Alcance reactivo	8.81	$\Omega$ sec.
2.16	R	Alcance resistivo	8.81	$\Omega$ sec.
2.17	$\alpha$	Angulo del alcance resistivo	72.65	°

### 7.1.9 Ajuste y Calibración del Relé de Distancia – Micom P433 de la L.T. Chulucanas – Los Ejidos

En esta parte se detallan los Cálculos Justificativos para el Ajuste del Relé de distancia multifunción marca ALSTOM modelo MICOM P433 de la Línea de Transmisión 60 kV Chulucanas – Los Ejidos, ubicado en la Subestación Chulucana.

El Micom P433 ofrece seis zonas, cada zona se puede fijar como adelante, hacia atrás o no directivo; la extensión de la zona 1 es proporcionada y controlada por funciones integradas tales como control del auto-reclosing o por una señal externa.

El Micom P433 tiene cuatro elementos de distancia para fallas entre fases y cuatro elementos de distancia para fallas a tierra, en los cuales se puede elegir ya sea la característica Circular o características tipo Poligonal.

### 7.1.10 Datos de la Línea de Transmisión Protegida y los Transformadores de Potencia de las Subestaciones Local y Remota

#### Datos Generales

Los datos de la línea de transmisión protegida y las adyacentes, así mismo de los transformadores de las subestaciones local y remota se muestran en la siguiente tabla:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNIDADES
<b>1</b>	<b>DATOS DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE PROTECCIÓN</b>			
1.1	Corriente Nominal Primario	Inp	150	A
1.2	Corriente Nominal Secundario	Ins	5	A
<b>2</b>	<b>DATOS DEL TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE PROTECCIÓN</b>			
2.1	Tensión Nominal Primario	Unp	60	kV
2.2	Tensión Nominal Secundario	Uns	0.1	kV
<b>3</b>	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOS EJIDOS</b>			
3.1	Longitud	L	49.60	km
3.2	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	0.14207	$\Omega/\text{km}$
3.3	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	0.45474	$\Omega/\text{km}$



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNIDADES
3.4	Resistencia de Secuencia Cero	R0	0.32778	$\Omega/\text{km}$
3.5	Reactancia de Secuencia Cero	X0	1.50711	$\Omega/\text{km}$
3.6	Capacidad de Transporte	Smax	17.05	MVA
3.7	Carga Mínima	%Smax	80	%
3.8	Tensión Nominal	Vn	60	kV
3.9	Factor de Potencia	cos $\emptyset$	0.85	Adimens.
<b>4</b>	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN LOS EJIDOS - CASTILLA</b>			
4.1	Longitud	L	3.92	km
4.2	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	0.29902	$\Omega/\text{km}$
4.3	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	0.48499	$\Omega/\text{km}$
4.4	Resistencia de Secuencia Cero	R0	0.945	$\Omega/\text{km}$
4.5	Reactancia de Secuencia Cero	X0	1.43596	$\Omega/\text{km}$
<b>5</b>	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - MORROPON</b>			
5.1	Longitud	L	30.0	km
5.2	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	0.1487	$\Omega/\text{km}$
5.3	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	0.4787	$\Omega/\text{km}$
5.4	Resistencia de Secuencia Cero	R0	0.3892	$\Omega/\text{km}$
5.5	Reactancia de Secuencia Cero	X0	1.5916	$\Omega/\text{km}$
<b>6</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. CHULUCANAS</b>			
6.1	Potencia Nominal	S	10	MVA
6.2	Tensión Nominal Primario (Alta)	VAT	60	kV
6.3	Tensión Base	Vb	60	kV
6.4	Tensión Nominal Terciario (Baja)	VBT	10	kV
6.5	Tensión de Cortocircuito	Vcc	5.829	%
6.6	Relación X/R (Consideración)	X/R	25	Adimens.

### Datos Calculados

Los resultados de cálculo realizados de acuerdo a los ítems 7.1.1 y 7.1.2 de las líneas de transmisión protegidas y los transformadores de potencia en valores primarios y secundarios se muestran en la tabla siguiente:

ITEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNID.	VALOR	UNID.
<b>1 COEFICIENTE REDUCTOR DE IMPEDANCIA</b>						
1.1	Relación del Transformador de Tensión	Kp	600	Adim.	$K_z = \frac{K_p}{K_i}$	
1.2	Relación del Transformador de Corriente	Ki	30	Adim.		
1.3	Coefficiente Reductor de Impedancia	Kz	20	Adim.		
<b>2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - LOS EJIDOS</b>						
2.1	Resistencia de Secuencia Positiva	R1	7.047	$\Omega$ prim.	0.352	$\Omega$ sec.
2.2	Reactancia de Secuencia Positiva	X1	22.555	$\Omega$ prim.	1.128	$\Omega$ sec.
2.3	Resistencia de Secuencia Cero	R0	16.258	$\Omega$ prim.	0.813	$\Omega$ sec.
2.4	Reactancia de Secuencia Cero	X0	74.753	$\Omega$ prim.	3.738	$\Omega$ sec.
2.5	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	23.630	$\Omega$ prim.	1.182	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	72.650	°	72.650	°
2.6	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	76.500	$\Omega$ prim.	3.825	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	77.730	°	77.730	°
<b>3 LÍNEA DE TRANSMISIÓN LOS EJIDOS - PIURA OESTE</b>						
3.1	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	6.330	$\Omega$ prim.	0.317	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	72.220	°	72.220	°
3.2	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	21.300	$\Omega$ prim.	1.065	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	74.980	°	74.980	°
<b>4 LÍNEA DE TRANSMISIÓN LOS EJIDOS - CASTILLA</b>						
4.1	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	2.233	$\Omega$ prim.	0.112	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	58.344	°	58.344	°
4.2	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	6.739	$\Omega$ prim.	0.337	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	56.651	°	56.651	°
<b>5 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - MORROPON</b>						
5.1	Impedancia de Secuencia Positiva	Z1L	14.292	$\Omega$ prim.	0.715	$\Omega$ sec.
		arg(Z1L)	72.650	°	72.650	°
5.2	Impedancia de Secuencia Cero	Z0L	46.270	$\Omega$ prim.	2.314	$\Omega$ sec.
		arg(Z0L)	77.730	°	77.730	°
<b>6 TRANSFORMADOR DE POTENCIA S.E. CHULUCANAS</b>						
6.1	Impedancia Referida al Lado de Alta Tensión	Z1ab	20.984	$\Omega$ prim.	1.049	$\Omega$ sec.
6.2	Angulo de la Impedancia	arg(Z1ab)	87.709	°	87.709	°
6.3	Resistencia Referida al Lado de Alta Tensión	R1ab	0.839	$\Omega$ prim.	0.042	$\Omega$ sec.
6.4	Reactancia Referida al Lado de Alta Tensión	X1ab	20.968	$\Omega$ prim.	1.048	$\Omega$ sec.

### 7.1.11 Criterios de Ajuste del Relé de Distancia MICOM P433

CIRCUITO PROTEGIDO	:	L.T. CHULUCANAS – LOS EJIDOS.
MARCA	:	ALSTOM
MODELO	:	MICOM P433
UBICACION	:	SUBESTACIÓN CHULUCANAS
LONGITUD	:	49.6 km

Los criterios adoptados para el ajuste de este relé son los siguientes:

**ZONA 1:** Se ajusta al 80 % de la L.T. Chulucanas – Los Ejidos, con una actuación instantánea ante cualquier falla que se presente dentro de la zona de operación.

$$Z_I = 0.80 * (Z_{LT\_Chulucanas-LosEjidos})$$

**ZONA 2:** Para el ajuste de esta zona se considera el 120% de la L.T. Chulucanas – Los Ejidos, es decir:

$$Z_{II} = 1.2 * (Z_{LT\_Chulucanas-LosEjidos})$$

**ZONA 3:** Para el ajuste de esta zona se considera el 100% de la L.T. Chulucanas – Los Ejidos y el 100 % de la L.T. Los Ejidos – Castilla y la suma total multiplicado por un factor del 150%, es decir:

$$Z_{III} = 1.50 * (Z_{LT\_Chulucanas-LosEjidos} + Z_{LT\_LosEjidos-Castilla})$$

**ZONA 4:** Para el ajuste de esta zona se considera el 20 % del transformador de la S.E. Chulucanas:

$$Z_{IV} = 0.20 * Z_{TRAFOS-S.E.Chulucanas}$$

### 7.1.12 Resultado de los Cálculos de Corto Circuito

De los resultados de cortocircuito se ha calculado las siguientes impedancias aparentes vistas por el relé de distancia Alstom, Micom P433 ubicado en la S.E. Chulucanas en 60 kV.

DESCRIPCIÓN	IMPEDANCIA VISTA POR EL RELE EN CONDICIONES DE FALLA ( $\Omega$ )								
	Vbc	$\square$	$\theta^\circ$	Ib	$\square$	$\theta^\circ$	Z	$\square$	$\theta^\circ$
LT CHLUCANAS - LOS EJIDOS 60kV	3.4	11	-94.05	0.07	11	-167.65	24.29	$\square$	73.60
CASTILLA 60kV	12.23 5	12	-	0.06	12	-164.56	101.96	$\square$	61.31
CASTILLA 10kV	50.18 9	13	55.22	0.009	13	2.50	2788.2 8	$\square$	52.72
LT CHULUCANAS - PIURA OESTE 60kV	4.247	14	-94.05	0.07	14	-167.37	30.34	$\square$	73.32
SEPO10kV	33.10 2	15	-	0.03	15	-170.13	551.70	$\square$	16.05
SEPO 220kV	12.65 4	16	-86.42	0.059	16	-168.56	107.24	$\square$	82.14
LA UNION 60KV	45.22 1	17	-95.45	0.019	17	-151.64	1190.0 3	$\square$	56.19
PIURA CENTRO 60kV	29.01 1	18	-	0.04	18	-156.54	362.64	$\square$	54.27

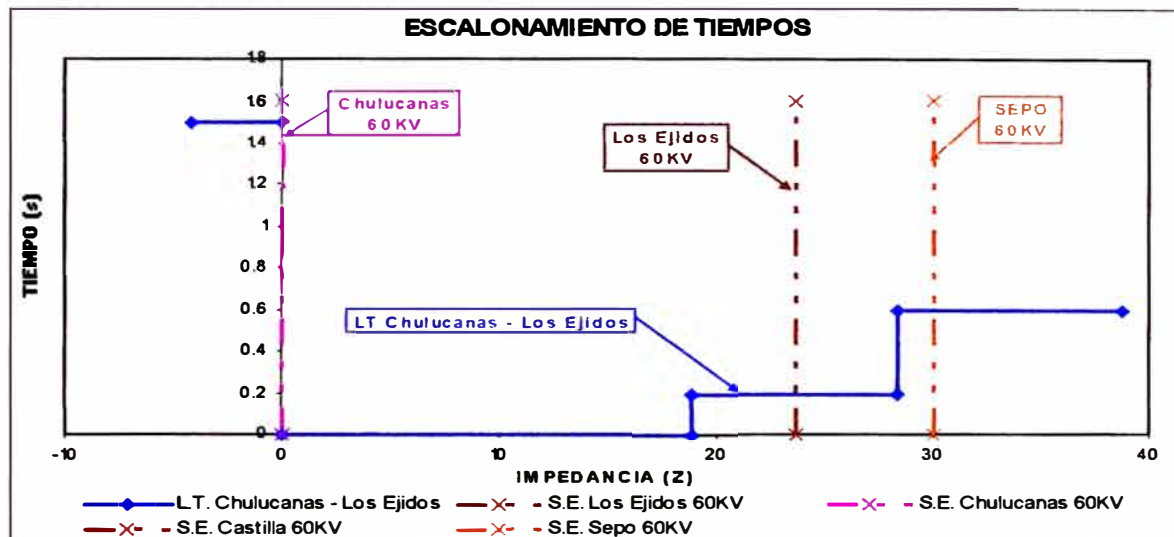
### 7.1.13 Determinación de Ajustes del Relé de Distancia MICOM P433.

En la siguiente tabla se indica los resultados de cálculo de ajustes de las zonas de protección de distancia.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	UNID.
<b>Impedancia de secuencia positiva</b>							
1.1	Magnitud de la impedancia de secuencia positiva	$ Z1 $	0.945	1.418	1.935	0.210	$\Omega$ sec.
1.2	Angulo de la impedancia de secuencia positiva	$\arg(Z1)$	72.650	72.650	71.424	87.709	$^\circ$
1.3	Resistencia de secuencia positiva	R1	0.282	0.423	0.616	0.008	$\Omega$ sec.
1.4	Reactancia de secuencia positiva	X1	0.902	1.353	1.834	0.210	$\Omega$ sec.
<b>Impedancia de secuencia cero</b>							
1.5	Magnitud de la impedancia de cero	$ Z0 $	3.060	4.590	6.212	0.210	$\Omega$ sec.
1.6	Angulo de la impedancia de secuencia cero	$\arg(Z0)$	77.730	72.650	76.053	87.709	$^\circ$
1.7	Resistencia de secuencia cero	R0	0.650	0.423	1.497	0.008	$\Omega$ sec.
1.8	Reactancia de secuencia cero	X0	2.990	1.353	6.029	0.210	$\Omega$ sec.
<b>Alcance resistivo para fallas entre fases (<math>\leq 3 \cdot X1</math>)</b>							
1.9	Alcance máximo resistivo	R PP	2.707	4.060	5.503	0.629	$\Omega$ sec.
<b>Alcance resistivo para fallas a tierra (<math>\leq 4,5 \cdot X1</math>)</b>							
1.10	Alcance máximo resistivo	R PG	4.060	6.090	8.254	0.944	$\Omega$ sec.

### 7.1.14 Escalonamiento de Tiempo

ZONA	Z ( $\Omega$ -sec)	Z ( $\Omega$ -prim)	T (s)
Z1	0.94	18.9	0.0
Z2	1.42	28.36	0.2
Z3	1.94	38.7	0.6
Z4	0.21	4.2	1.5



### 7.1.15 Resumen de Ajustes Propuestos

En el siguiente cuadro se muestra los ajustes calculados:

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE ZONA				UNID.
			ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	
<b>CARACTERÍSTICA POLIGONAL</b>							
1.1	Direction Zone Ni	Dirección	Forward	Forward	Forward	Backward	-
1.2	Shape Zone i	Característica de Operación	Polygon	Polygon	Polygon	Polygon	-
1.3	X Zone i	Alcance reactivo	0.90	1.35	1.83	0.21	$\Omega$ sec.
1.4	R PG Zone i	Alcance resistivo para fallas a tierra	3.25	4.57	5.78	0.75	$\Omega$ sec.
1.5	R PP Zone i	Alcance resistivo para fallas entre fases	2.17	3.25	4.13	0.50	$\Omega$ sec.
1.6	$\alpha$ Zone i	Angulo del alcance resistivo	72.65	72.65	71.42	87.71	$^{\circ}$
1.7	$\sigma$ Zone i	Angulo del alcance reactivo	0.00	0.00	0.00	0.00	$^{\circ}$
<b>CARACTERÍSTICA CIRCULAR</b>							
1.8	Shape Zone i	Característica de Operación	Circle	Circle	Circle	Circle	-
1.9	Z Zone i	Impedancia de secuencia positiva	0.95	1.42	1.94	0.21	$\Omega$ sec.
1.10	$\alpha$ Zone i	Angulo de impedancia de secuencia positiva	72.65	72.65	71.42	87.71	$^{\circ}$
<b>TEMPORIZACION</b>							
1.11	t Zone i	Temporizacion	0.00	0.20	0.60	1.50	s

ITEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE	UNID.
<b>AJUSTES COMUNES</b>				
2.1	Xfw	Reactancia en direccion adelante	3.67	$\Omega$ sec.
2.2	Rfw PG	Resistencia en direccion adelante para fallas a tierra	8.67	$\Omega$ sec.
2.3	Rfw PP	Resistencia en direccion adelante para fallas entre fases	6.19	$\Omega$ sec.
2.4	$\beta$	Angulo de carga	31.79	$^{\circ}$
2.7	Z fw PG	Impedancia en direccion adelante para fallas a tierra	7.74	$\Omega$ sec.
2.8	Z fw PP	Impedancia en direccion adelante para fallas entre fases	6.58	$\Omega$ sec.
2.9	Zbw/Zfw	Relacion entre impedancias hacia atras y adelante	1.00	-
2.10	t1 ze	Temporizacion de la zona de extension	Blocked	-
2.11	Abs. value kG	Magnitud de la compensacion por secuencia cero	0.75	-
2.12	Angle kG	Angulo de la compensacion por secuencia cero	7.34	$^{\circ}$
2.13	Trip zone 1 PG	Disparo en zona 1 para fallas a tierra	3-pole	-
2.14	Trip zone 1 PP	Disparo en zona 1 para fallas entre fases	3-pole	-
<b>PSB</b>				
2.15	X	Alcance reactivo	6.93	$\Omega$ sec.
2.16	R	Alcance resistivo	6.93	$\Omega$ sec.
2.17	$\alpha$	Angulo del alcance resistivo	72.65	$^{\circ}$

## 7.2 Ajustes de Relés de Sobrecorriente

El sistema conformado por las sub-estaciones Chulucanas, Morropon y Lomas es radial.

Para la determinación de ajustes se tiene en cuenta las siguientes premisas.

- Para la L.T. Chulucanas – Los Ejidos 60 kV (lado S.E. Chulucanas), uso de unidad direccional para fallas a tierra y no direccional para fallas entre fases.
- Para la L.T. Chulucanas – Morropon – Huancabamba 60 kV (lado S.E. Chulucanas), uso de unidades no direccionales tanto para fallas de fases como de tierra.

- Para el transformador de la sub-estación Morropon 60/22.9 kV (lado 60 y 22.9 kV), uso de unidades no direccionales tanto en fallas de fases como de tierra.
- Para el transformador de la sub-estación Las Lomas 60/22.9 kV (lado 60 y 22.9 kV); uso de unidades no direccionales tanto en fallas de fases como de tierra.
- Para la protección de las salidas a las localidades de Morropon, Santo Domingo, Huancabamba y Huarmanca (lado 22.9 kV), uso de unidades no direccionales tanto para fallas de fases como de tierra.

### 7.2.1 Coordinamiento para Fallas Entre Fases

El análisis considera 04 casos de la configuración eléctrica :

Caso 1: Con 01 transformador en SEPO operando y sin generación en la C.T. Huapalas.

Caso 2: Con 01 transformador en SEPO operando y con generación en la C.T. Huapalas.

Caso 3: Con 02 transformadores en SEPO operando y sin generación en la C.T. Huapalas.

Caso 4: Con 02 transformadores en SEPO operando y con generación en la C.T. Huapalas.

De los cuatro (04) casos analizados se obtiene la mínima y máxima corriente de falla para las temporadas de Avenida y Estiaje.

Los criterios usados para el ajuste de sobrecorriente entre fases se basan en la siguiente fórmula matemática:

$$t = T \left( \frac{K}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^\alpha - 1} + L \right)$$

Donde:

- t = Tiempo de actuación
- K = Constante
- I = Intensidad medida

- $I_s$  = Ajuste de intensidad de arranque  
 $\alpha$  = Constante  
 $L$  = Constante ANSI/IEEE (como para curvas IEC)  
 $T$  = Multiplicador de tiempo (entre 0.025 y 1.5)

Tipo de Curva	Estandar	Constante K	Constante $\alpha$	Constante eL
Inversa Tiempo Corto	Alstom	0.05	0.04	0
Inversa Estandar	IEC	0.14	0.02	0
Muy Inversa	IEC	13.5	1	0
Extremadamente Inversa	IEC	80	2	0
Inversa tiempo largo	Alstom	120	1	0
Inversa tiempo corto	CO2	0.00342	0.02	0.00242
Moderadamente inversa	ANSI/IE EE	0.0515	0.02	0.114
Inversa tiempo largo	CO8	5.95	2	0.18
Muy Inversa	ANSI/IE EE	19.61	2	0.491
Extremadamente Inversa	ANSI/OE EE	58.2	2	0.1215

En los siguientes cuadros se indican los ajustes propuestos para el coordinamiento de sobrecorriente entre fases:

◆ S.E. Las Lomas

UBICACION	MARCA	TIPO	CT	SETTING (Valores Primarios)				Direccional
				CURVA	TMS	$I >$ (A prim)	$I >>$ (A prim)	
S.E. LAS LOMAS - LADO 60KV	ALSTOM	MICOM P122	150/5	NI	0.1	102	$\infty$	NO
S.E. LAS LOMAS - LADO 22.9KV	ALSTOM	MICOM P122	250/5	NI	0.05	250	$\infty$	NO
S.E. LAS LOMAS - HUANCABAMBA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLAR R GVR	100/1	NI	0.1	120	600 A; 0.15 Seg.	NO
S.E. LAS LOMAS - HUARMACA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLAR R GVR	100/1	VI	0.2	80	600 A; 0.15 Seg.	NO



### 7.2.2 Coordinamiento para Fallas a Tierra

Al igual que en el coordinamiento de sobrecorriente entre fases, también se consideran los cuatro (04) casos de configuración eléctrica.

Para el coordinamiento de sobrecorriente a tierra se usa la misma expresión matemática usada en el párrafo anterior (item 7.2.1), donde:

$$t = T \left[ \frac{K}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^\alpha - 1} + L \right]$$

En las tablas a continuación se indican los ajustes propuestos para sobrecorriente a tierra:

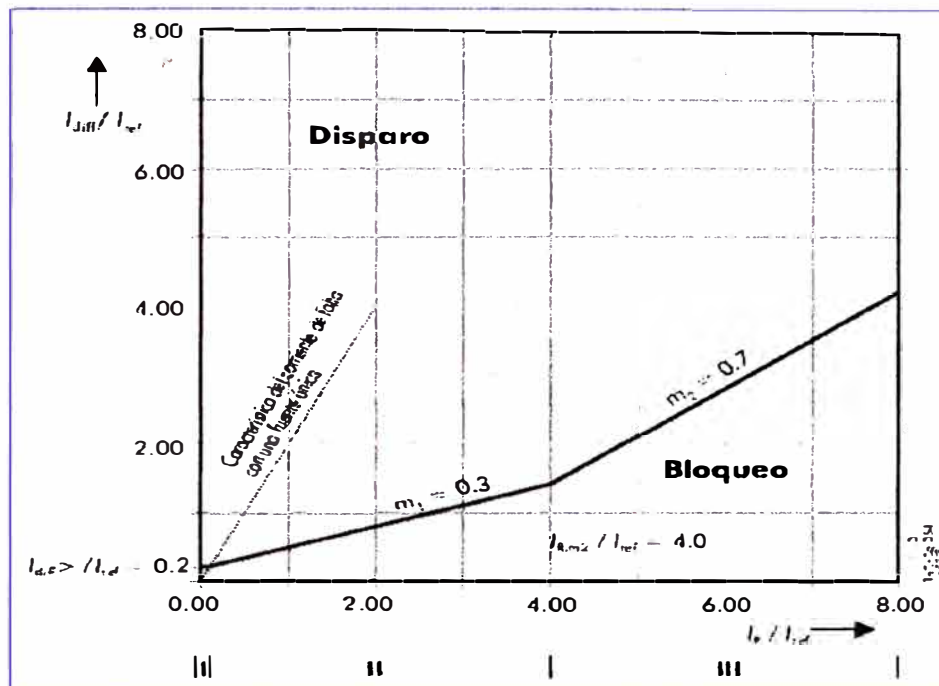
#### ◆ S.E. Las Lomas

UBICACION	MARCA	TIPO	CT	SETTING (Valores Primarios)				
				CURVA	TMS	Io> (A prim)	Io>> (A prim)	Direccional
S.E. LAS LOMAS - LADO 60KV	ALSTOM	MICOM P122	150/5	TD	0.10	19.5	390 A; 0 Seg.	NO
S.E. LAS LOMAS - LADO 22.9KV	ALSTOM	MICOM P122	250/5	NI	0.3	30	900 A; 0.4 Seg.	NO
S.E. LAS LOMAS - HUANCABAMB A 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLAR R GVR	100/1	NI	0.15	30	800 A; 0.1 Seg.	NO
S.E. LAS LOMAS - HUARMACA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLAR R GVR	100/1	NI	0.15	30	800 A; 0.1 Seg.	NO

### 7.3 Ajustes y Calibración de Relé Diferencial

El equipo de protección diferencial de transformadores MICOM P63X - ALSTOM, esta diseñada para la protección de transformadores así como también para la protección de motores y generadores, y de otros dispositivos de dos devanados (P631, P632, P633, P634), de tres devanados (P633, P634) o de cuatro devanados (P634).

La protección diferencial de los transformadores de potencia del presente estudio esta constituida por los relés numéricos modelos MICOM P632 – ALSTOM (para transformadores de dos devanados), los cuales tienen un elemento diferencial polarizado por fase con una característica de operación tal como se muestra en la siguiente figura.



Característica de disparo de la protección diferencial

La característica de operación de la protección diferencial tiene doble punto de inflexión. El primero es dependiente de ajuste del umbral básico ( $I_{d>}$ ) y está sobre la línea de carga para alimentadores monofásicos. El segundo punto de inflexión de la característica está definido por el ajuste  $IR, m_2$ .

#### Cálculo de ajustes

Los cálculos de los ajustes de la protección diferencial se hacen sobre la base de la característica del equipo que protege, no siendo necesario coordinar con otro equipo de protección.

La compensación de fase es parte de la programación del relé, no siendo así la compensación de amplitud, el cual es calculado internamente por el relé.

### 7.3.1 S.E. Las Lomas - Protección Diferencial (87T)

#### Datos del relé

Fabricante	:	ALSTOM
Tipo	:	MICOM P632
Manual de Ref.	:	P63XM50A

### Datos del Transformador de Potencia

Potencia	:	7 MVA (ONAN)
		9 MVA (ONAF)
Niveles de Tensión	:	60 / (23 ± 10x1%) KV
Grupo de Conexión:		Dyn5
Tensión de cortocircuito:		6.93 % (P <sub>BASE</sub> = 7 MVA)

### Cálculos

A continuación se dan los cálculos para verificar si los factores de corrección por amplitud (factor de compensación de amplitud) se encuentran dentro del rango establecido por el fabricante.

- 1) Cálculo de la corriente a plena carga. Para el devanado primario se calcula en el tap intermedio.

$$I_1 = \frac{S_{ref}}{\sqrt{3} \times V_1} = \frac{7000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 60 \text{ KV}} = 67.36 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{S_{ref}}{\sqrt{3} \times V_2} = \frac{7000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 23 \text{ KV}} = 175.72 \text{ A}$$

- 2) Cálculo de las corrientes en el secundario del transformador de corriente.

Relaciones del TC:

Primario	:	150/5
Secundario	:	250/5

$$i_{ref1} = \frac{67.36}{30} = 2.2453 \text{ A}$$

$$i_{ref2} = \frac{175.72}{50} = 3.5143 \text{ A}$$

- 3) Cálculo de los factores de compensación para la corriente nominal del relé en ambos niveles de tensión, considerando tap intermedio.

$$k_{amp1} = \frac{I_{nom1}}{i_{ref1}} = \frac{5}{2.2453} = 2.2269$$

$$k_{amp2} = \frac{I_{nom2}}{i_{ref2}} = \frac{5}{3.5143} = 1.4228$$

El rango aceptable para el factor de compensación según el fabricante es :

$$K_{amp,max} = K_{amp1} = 2.2269 \leq 16 \quad \text{OK}$$

$$K_{amp,max-1} = K_{amp2} = 1.4228 \geq 0.5 \quad \text{OK}$$

Se observa que ambos factores se encuentran dentro del rango indicado por el fabricante para la versión 603.

- 4) Cálculo de la pendiente de la característica de operación (  $m_1$ ,  $m_2$  e  $I_{R,m2}$  ).

Estos factores dependen solamente de los porcentajes de error de los transformadores de corriente, del relé, variación de taps del transformador de potencia y un porcentaje adicional que ese considera por seguridad.

Para transformadores de potencia, la primera pendiente ( $m_1$ ) normalmente es del orden del 30% y para la segunda pendiente del orden de 70 a 80%.

En nuestro caso seleccionamos los siguientes valores:

$$m_1=0.3 \quad , \quad m_2=0.8 \quad , \quad I_{R,m2}=2.0$$

La unidad de Sobrecorriente instantánea se ajusta a 6 p.u. y servirá principalmente como un respaldo de la protección diferencial para fallas que ocurran aguas abajo del transformador de corriente del lado de 60 kV.

La Energización del transformador de potencia puede originar corrientes altas (Inrush) con frecuencias de 120 Hz (segunda armónica) y 300 Hz (quinta armónica). El relé diferencial dispone de filtros para evitar una operación inadecuada durante la maniobra de energización.

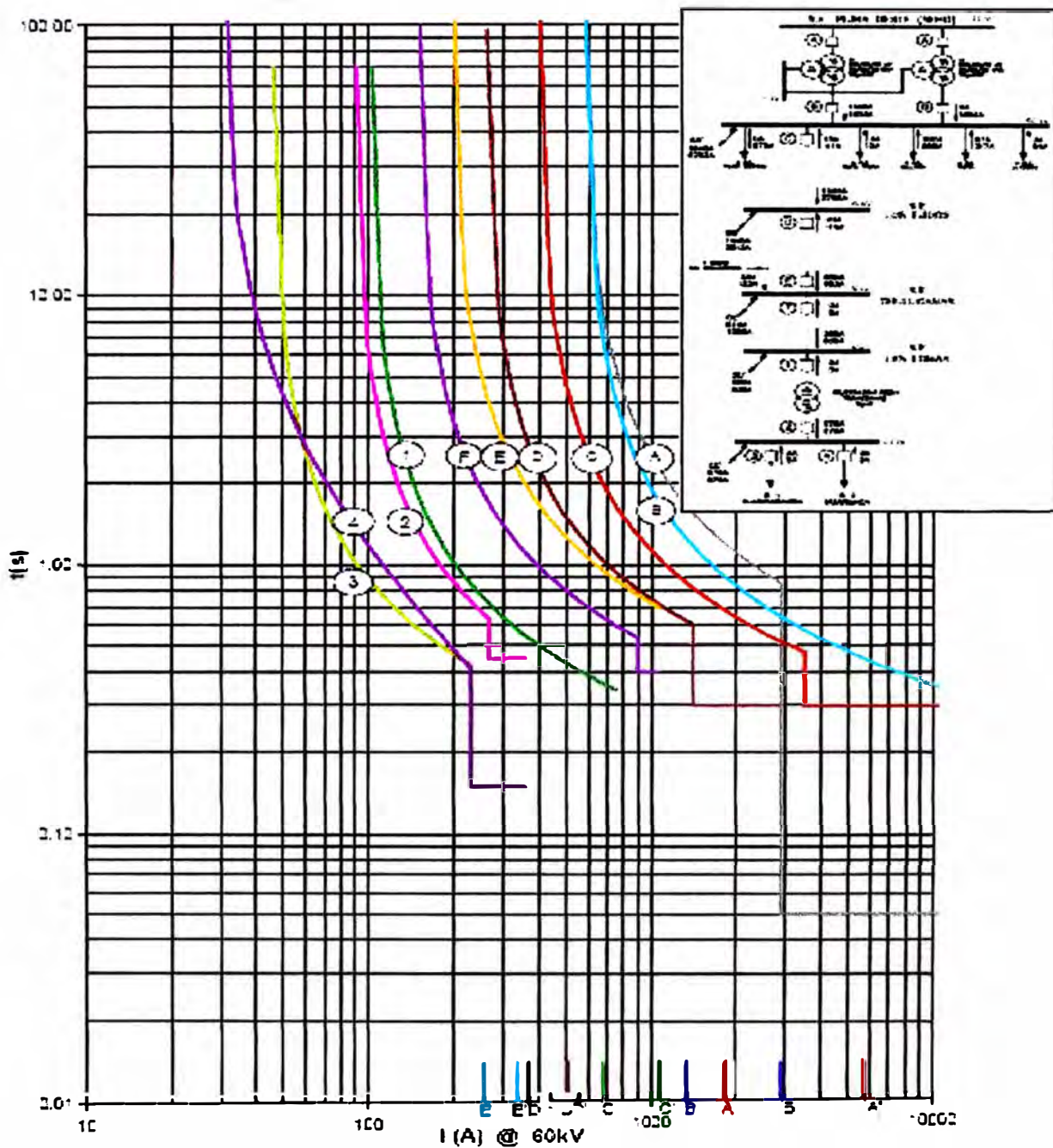
Y los ajustes recomendados para estos filtros son:

$$2^{\text{a}} \text{ armónica} \quad : \quad 20\%$$

$$5^{\text{a}} \text{ armónica} \quad : \quad 30\%$$

## 8. Curvas de coordinación de la protección

### 8.1 Coordinación falla entre fases S.E.Chulucanas-S.E.Lomas (propuesto)



S.E.CHULUCANAS – S.E. LOMAS

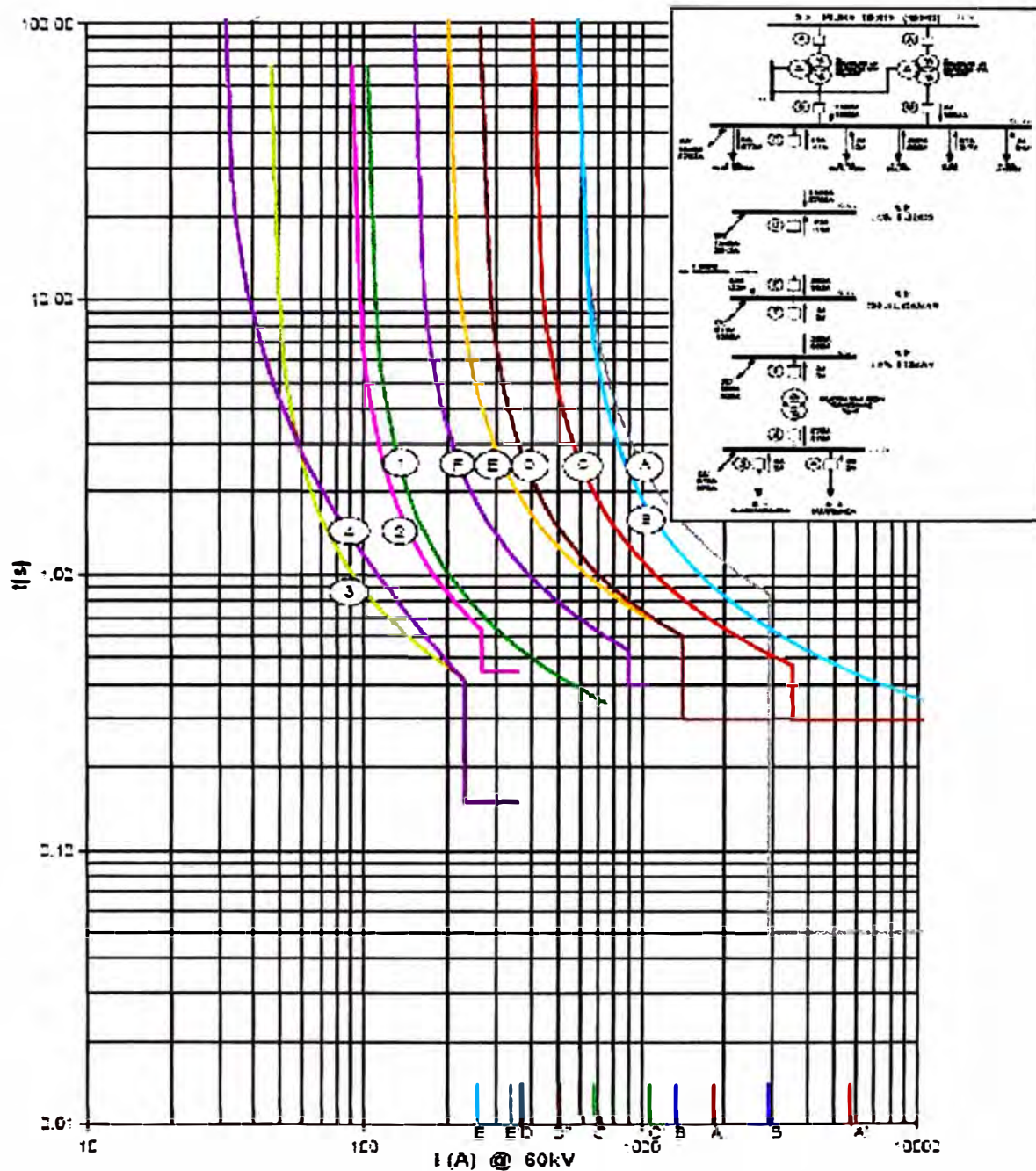
- AA' : MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 60 KV
- BB' : MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 60 KV
- CC' : MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 60 KV
- DD' : MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 60 KV
- EE' : MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 22.9 KV

**AJUSTES PARA LA COORDINACION DE FALLAS ENTRE FASES: S.E. CHULUCANAS - S.E. LAS LOMAS**

**(PROPUESTO)**

Nº	DESCRIPCION	MARCA	TIPO	In	CT	kV nom	kV ref	NORMA	CURVA	I>(A sec)	TMS	I>(A prim)	I>>(A prim)
A	S.E.PIURA OESTE-LADO 220KV	GEC ALSTOM/ABB	KCGG122/SPAJ140	1	150 : 1	220	60	IEC	N	1.05	0.2	157.5	735A-50ms
B	S.E.PIURA OESTE-LADO 60KV	GEC ALSTOM/ABB	KCGG122/SPAJ140	1	500 : 1	60	60	IEC	N	1.15	0.15	580	∞
C	LT S.E. PIURA OESTE - S.E. LOS EJIDOS	ABB SPAJ140S	SPAJ140C	5	200 : 5	60	60	IEC	N	10	0.15	400	TD:3500A-0.3s
D	LT. LOS EJIDOS - CHULUCANAS	ABB	3PU150CR	1	100 : 1	60	60	ANSI	I	2.5	1.8	263	TD:1404A-0.3s
E	S.E. CHULUCANAS - SALIDA A LOS EJIDOS 60KV	ALSTOM	MICOM P-33	5	150 : 5	60	60	IEC	N	6.5	0.17	193	∞
F	S.E. CHULUCANAS - SALIDA A MORROPON 60KV	ALSTOM	MICOM P-33	5	150 : 5	60	60	IEC	N	5	0.14	150	TD:300A-0.4s
1	S.E. LAS LOMAS - LADO 60KV	ALSTOM	MICOM P122	5	150 : 5	60	60	IEC	N	3.4	0.1	102	∞
2	S.E. LAS LOMAS - LADO 22.8KV	ALSTOM	MICOM P122	5	250 : 5	22.9	60	IEC	N	4.7	0.1	235	TD:700A-0.45s
3	S.E. LAS LOMAS - HUANCABAMBA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLARR GVR	1	100 : 1	22.9	60	IEC	N	1.2	0.1	120	TD:300A-0.15s
4	S.E. LAS LOMAS - HUARMACA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLARR GVR	1	100 : 1	22.9	60	IEC	N	0.9	0.2	80	TD:600A-0.15s

## 8.2 Coordinación falla fase-tierra S.E.Chulucanas–S.E.Lomas (propuesto)



S.E.CHULUCANAS – S.E. LOMAS

AA'	MINIMA Y MAXIMA	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	BARRA 60 KV
BB'	MINIMA Y MAXIMA	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	BARRA 60 KV
CC'	MINIMA Y MAXIMA	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	BARRA 60 KV
DD'	MINIMA Y MAXIMA	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	BARRA 60 KV
D'	: RELE DIRECCIONAL		

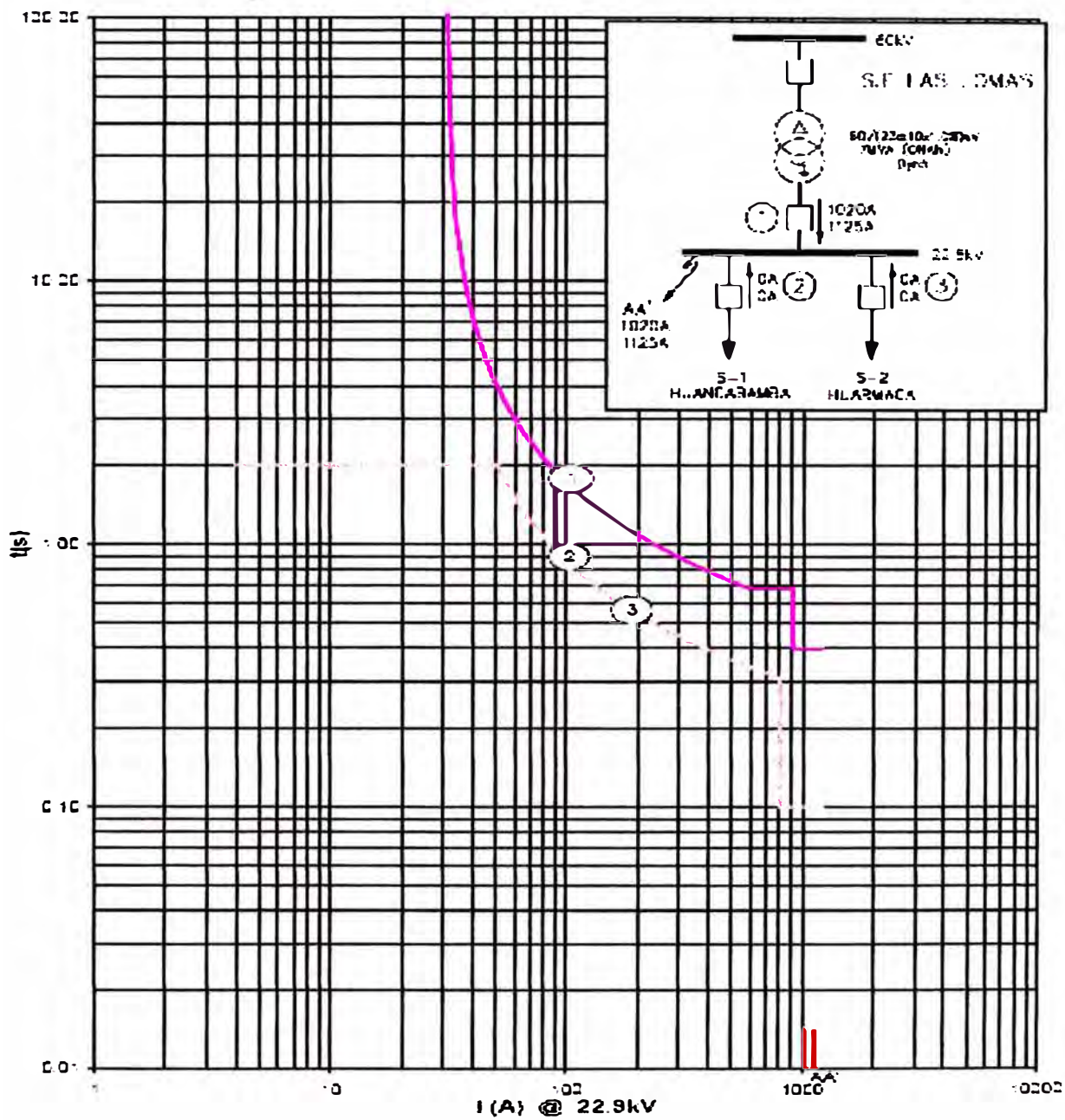
**AJUSTES PARA LA COORDINACION DE FALLAS A TIERRA: S.E. CHULUCANAS - S.E. LAS LOMAS**

**(PROPUESTO)**

N°	DESCRIPCION	MARCA	TIPO	In	CT	kV nom	kV ref	NORMA	CURVA	Io>(A sec)	TMS	Io>(A prim)	Io>>(A prim)
A	S.E.PIURA OESTE-LADO 220KV	GEC ALSTOM:ABS	KCGG122:SPAJ140	1	150 / 1	220	60	IEC	NI	0.33	0.5	50	∞
B	S.E.PIURA OESTE-LADO 60KV	GEC ALSTOM:ABS	KCGG122:SPAJ140	1	500 / 1	60	60	IEC	NI	0.29	0.31	145	∞
C	L.T. S.E. PIURA OESTE - S.E. LOS EJIDOS	ABB: SPC4D29	SPAJ 140C	5	200 / 5	60	60	IEC	NI	2	0.32	80	TD:2000AC,4s
D	L.T. LOS EJIDOS - CHULUCANAS	ABB	DPJ1500R	1	100 / 1	60	60	ANSI	I	0.6	2.9	60	TD:1200AC,4s
E	S.E. CHULUCANAS - SALIDA A LOS EJIDOS 60KV	ALSTOM	MICOM P433	5	150 / 5	60	60	IEC	NI	1.3	0.22	39	∞
F	S.E. CHULUCANAS - SALIDA A LAS LOMAS 60KV	ALSTOM	MICOM P433	5	150 / 5	60	60	IEC	NI	1	0.2	30	TD:850AC,3s
G	S.E. LAS LOMAS - LADO 60KV	ALSTOM	MICOM P122	5	150 / 5	60	60	IEC	TD	0.65	0.1	19.5	390A: Cs



**8.3 Coordinación falla entre fase - tierra S.E. Lomas (propuesto)**



**S.E. LOMAS**

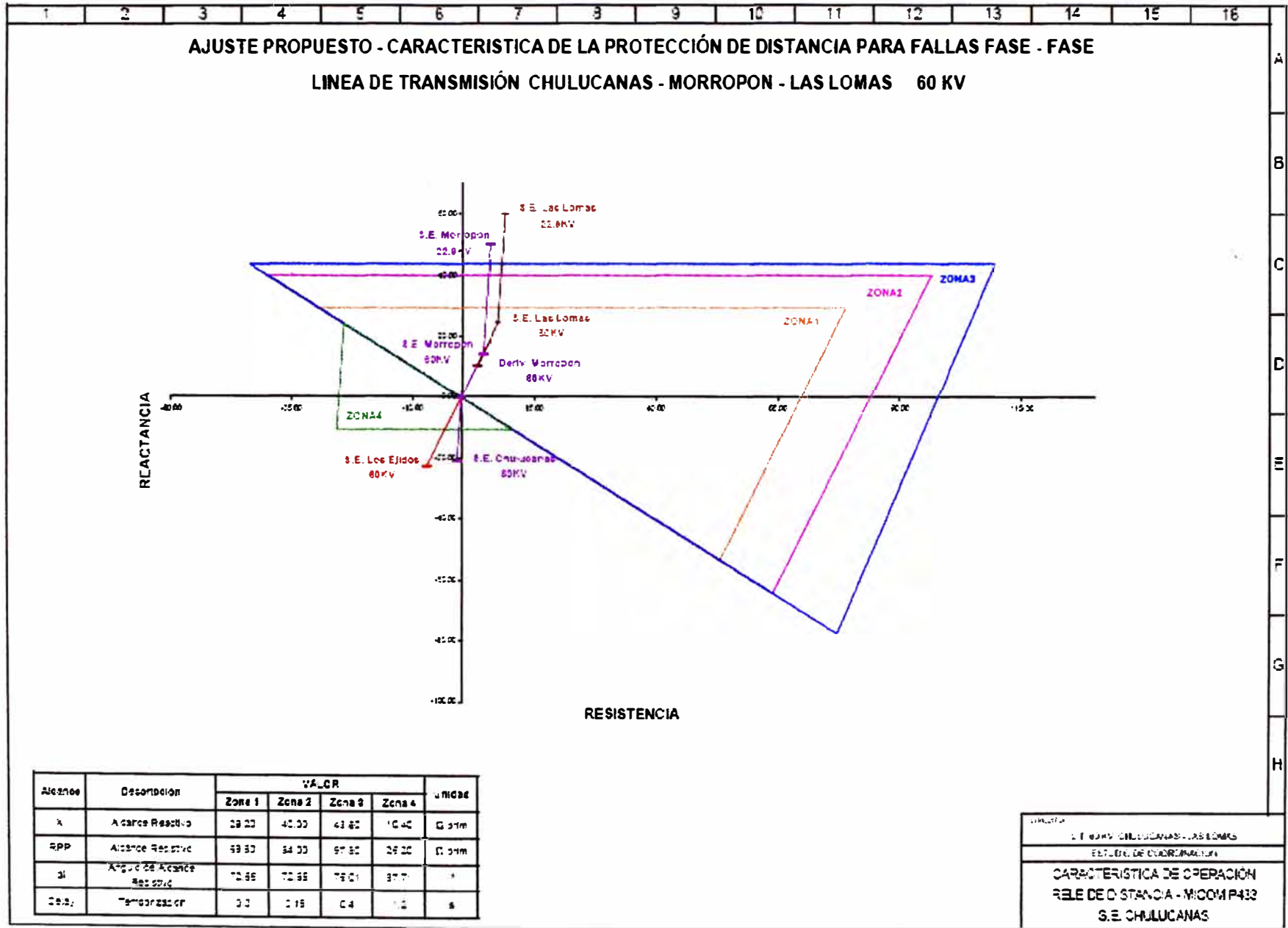
AA': MINIMA Y MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO – BARRA 22.9KV

**AJUSTES PARA LA COORDINACION DE FALLAS A TIERRA: S.E. LAS LOMAS**

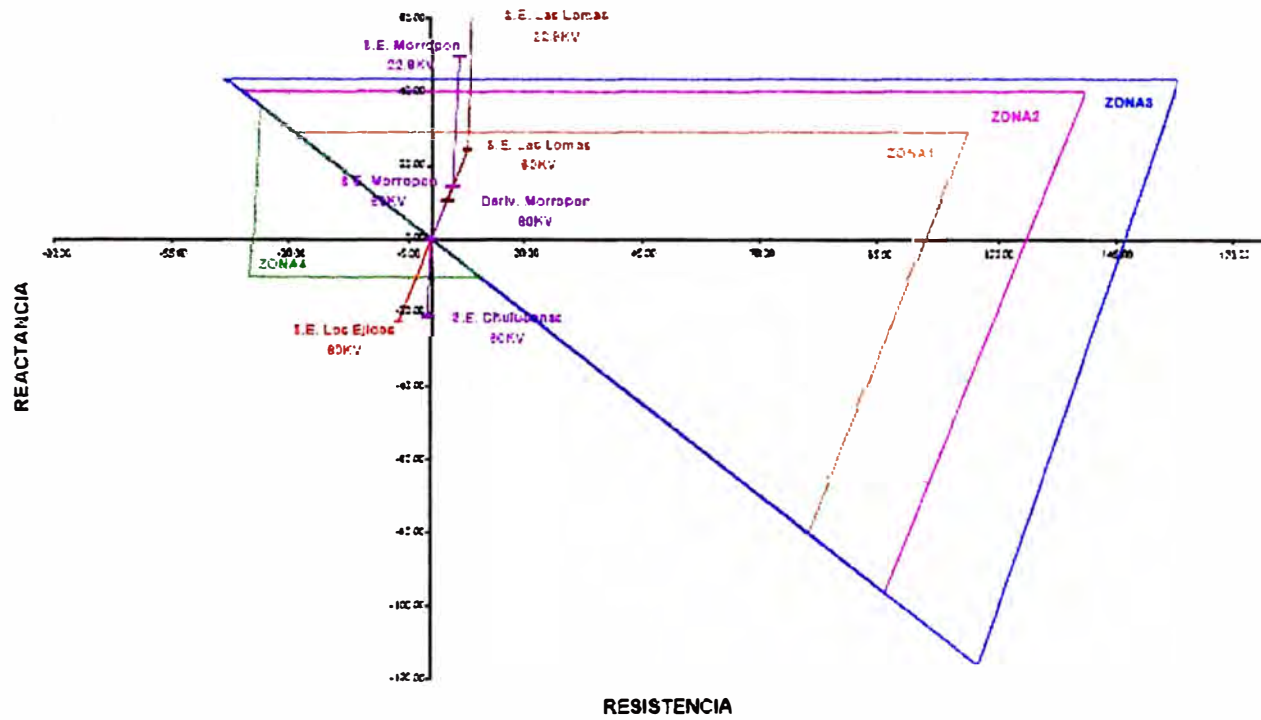
**(PROPUESTO)**

N°	DESCRIPCION	MARCA	TIPO	In	CT	kV nom	kV ref	NORMA	CURVA	Io>(A sec)	TMS	Io>(A prim)	Io>>(A prim)	SEF (A prim)
1	S.E. LAS LOMAS - LADO 22.9KV	ALSTOM	MICOM P122	5	250 : 5	22.9	22.9	IEC	Ni	0.6	0.3	30	900A: 0.4s	--
2	S.E. LAS LOMAS - HUANCABAMBA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLARR GVR	1	100 : 1	22.9	22.9	IEC	Ni	0.3	0.15	30	800A: 0.1s	TD:4A:2s
3	S.E. LAS LOMAS - HUARMACA 22.9KV	WHIPP & BOURNE	POLARR GVR	1	100 : 1	22.9	22.9	IEC	Ni	0.3	0.15	30	800A: 0.1s	TD:4A:2s

9. Grafica de características de impedancia S.E.Chulucanas-S.E.Lomas



**AJUSTE PROPUESTO - CARACTERISTICA DE LA PROTECCIÓN DE DISTANCIA PARA FALLAS FASE A TIERRA**  
**LINEA DE TRANSMISIÓN CHULUCANAS - MORROPON - LAS LOMAS 60 KV**



Alcance	Descripción	VALOR				Unidad
		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	
A	Alcance Resistivo	29.00	40.00	43.80	100.00	Ω. Ohm
B	Alcance Reactivo	134.80	128.00	148.80	37.90	Ω. Ohm
C	Alcance de Resistencia Reactiva	70.85	70.85	75.01	97.71	Ω. Ohm
D	Alcance de Reactancia	3.0	10.18	2.4	2.0	Ω. Ohm

L. T. CHULUCANAS - LAS LOMAS  
 ESTUDIO DE CUADRIPLICACIÓN  
**CARACTERISTICA DE OPERACIÓN**  
**RELE DE DISTANCIA - MICROMP433**  
**S.E. CHULUCANAS**

## 10. Ajuste propuesto para el rele de Distancia P433

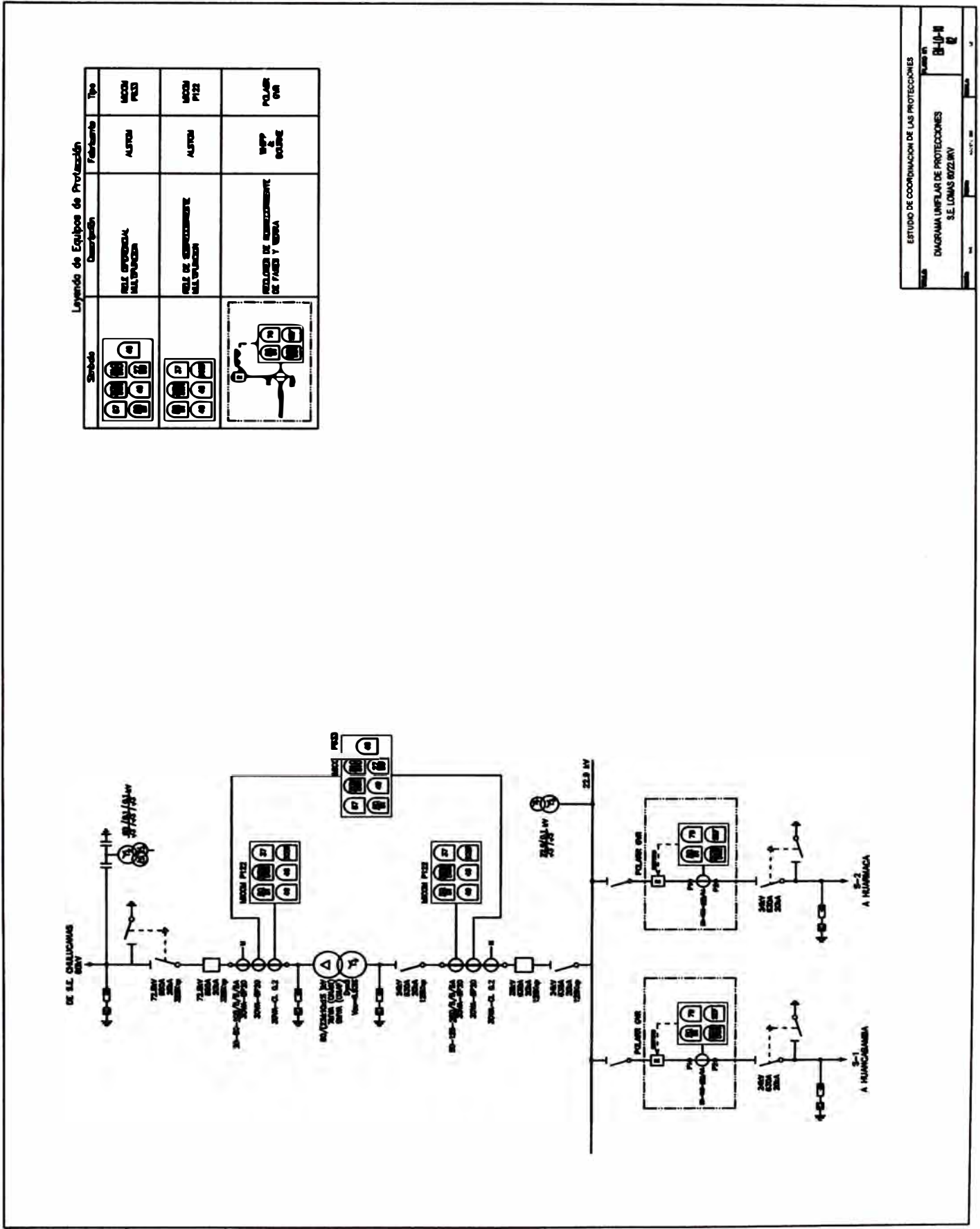
### Planilla de Ajustes Propuestos del Rele de Distancia ALSTOM MICOM P433 L.T CHULUCANAS - LAS LOMAS

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE ZONA <sub>i</sub>				UNID.
			ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	
<b>CARACTERÍSTICA POLIGONAL</b>							
1.1	Direction Zone NI	Dirección	Forward	Forward	Forward	Backward	-
1.2	Shape Zone I	Característica de Operación	Polygon	Polygon	Polygon	Polygon	-
1.3	X Zone I	Alicance reactivo	1.46	2.00	2.18	0.52	Ω sec
1.4	R PG Zone I	Alicance resistivo para fallas a tierra	5.24	6.30	7.34	1.89	Ω sec
1.5	R PP Zone I	Alicance resistivo para fallas entre fases	3.49	4.20	4.89	1.26	Ω sec
1.6	α Zone I	Angulo del alcance resistivo	72.65	72.65	75.01	87.71	°
1.7	σ Zone I	Angulo del alcance reactivo	0.00	0.00	0.00	0.00	°
<b>CARACTERÍSTICA CIRCULAR</b>							
1.8	Shape Zone I	Característica de Operación	Circle	Circle	Circle	Circle	-
1.9	Z Zone I	Impedancia de secuencia positiva	1.52	2.10	2.25	0.52	Ω sec.
1.10	α Zone I	Angulo de impedancia de secuencia positiva	72.65	72.65	75.01	87.71	°
<b>TEMPORIZACION</b>							
1.11	t Zone I	Temponzacion	0.00	0.15	0.40	1.20	s

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	AJUSTE	UNID.
<b>AJUSTES COMUNES</b>				
2.1	Xfw	Reactancia en direccion adelante	4.35	Ω sec
2.2	Rfw PG	Resistencia en direccion adelante para fallas a tierra	11.01	Ω sec.
2.3	Rfw PP	Resistencia en direccion adelante para fallas entre fases	7.34	Ω sec
2.4	β	Angulo de carga	31.79	°
2.7	Z fw PG	Impedancia en direccion adelante para fallas a tierra	9.46	Ω sec.
2.8	Z fw PP	Impedancia en direccion adelante para fallas entre fases	6.98	Ω sec.
2.9	Zbw/Zfw	Relacion entre impedancias hacia atras y adelante	1.00	-
2.10	t1 ze	Temporizacion de la zona de extension	Blocked	-
2.11	Abs. value kG	Magnitud de la compensacion por secuencia cero	0.75	°
2.12	Angle kG	Angulo de la compensacion por secuencia cero	7.34	°
2.13	Trip zone 1 PG	Disparo en zona 1 para fallas a tierra	3-pole	-
2.14	Trip zone 1 PP	Disparo en zona 1 para fallas entre fases	3-pole	-
<b>P3B</b>				
2.15	X	Alicance reactivo	8.81	Ω sec.
2.16	R	Alicance resistivo	8.81	Ω sec.
2.17	α	Angulo del alcance resistivo	72.65	°



12. Diagrama unifilar de protecciones de la S.E. Lomas 60/22.9kV



ESTUDIO DE COORDINACION DE LAS PROTECCIONES  
 DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCIONES  
 S.E. LOMAS 60/22.9KV

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Enríquez Harper “ Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas” – Segunda Edición, México 2002
2. Mejia Villegas “ Subestaciones de Alta y Extra Tensión “ Segunda Edición, Colombia 2002
3. Luis Maria Checa “Líneas de Transporte de Energía “ – Tercera Edición , México 2000
4. BBC-Brown Boveri “Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica, Primera Edición, España 1983
5. Norma ANSI/IEEE 1986-80, “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”, The Substation Committee of the IEEE Power Engineering Society.
6. Pagina Web : <http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/Libros%202007/le-index>.
7. Pagina Web : <http://www.angelfire.com/nc2/misdocumentos/subestacion/equipos>